

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



Ecologia trófica de pequenos peixes pelágicos na Península Ibérica: Competição e predação de ovos

Pedro Miguel Rocha Fonseca

Mestrado em Ecologia Marinha

Dissertação orientada por:
Professor Doutor Pedro Miguel Alfaia Barcia Ré
Investigadora Doutora Carla Susana Ferreira Garrido Coelho

“The good thing about science is that it’s true whether or not you believe in it”
Neil Degrasse Tyson's

“Look deep into nature, and then you will understand everything better”
Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

O presente estudo nunca seria possível sem ajuda de um diverso grupo de pessoas e entidades essenciais, a quem eu gostaria de expressar os meus agradecimentos:

Aos meus orientadores, o Professor Doutor Pedro Ré e Doutora Susana Garrido por me terem lançado este desafio e por todo o acompanhamento e tempo despendido. Com um especial agradecimento à Doutora Susana Garrido não só por propor-me desafio atrás de desafio com o intuito de melhoramento pessoal, mas por me ter incentivado e ajudado a ultrapassar cada barreira ao longo do processo.

Ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera, sem o qual nada disto teria sido possível, com um obrigado ao projeto SARDINHA 2020 por me englobarem nesta aventura.

-À Sr^a. Fátima Quintela, a quem devo um agradecimento especial por todo o tempo e apoio despendido no laboratório, tentando ensinar e transmitir o seu vasto conhecimento sobre zooplâncton e que sem ela toda a amostragem de zooplâncton seria um desafio bastante mais árduo.

À minha família por todo o apoio e presença nos momentos bons e menos bons, com simples gestos ao chegar a casa a fazerem a diferença após um dia cansativo e obrigado aos meus avós que sem eles não teria realizado este mestrado.

À minha namorada, que também merece um agradecimento especial, pelas inúmeras horas que teve de aturar de desabafos e receios, de dúvidas e questões, de avanços e recuos na dissertação. Obrigado por estares sempre presente e revelares o melhor de mim.

-Aos meus amigos (por último, mas não menos importante) por todo o apoio, força e boa disposição para me motivar a realizar os meus objetivos. Sempre que necessário estavam lá, com cara alegre, boa disposição e um pouco de conversa sobre uma panóplia de temas, à boa maneira portuguesa para puxar um amigo para cima. Mais que as palavras são as ações.

RESUMO

Os pequenos peixes pelágicos costeiros são muito abundantes em zonas de maior produtividade, em particular em regiões de afloramento costeiro, onde ocupam níveis tróficos intermédios na teia trófica, consumindo diretamente plâncton. Estas espécies exercem um controlo *top-down* sobre as comunidades planctónicas e ao mesmo tempo um controlo *bottom-up* sobre predadores de topo. Os peixes pelágicos de maior importância para Portugal e Espanha são a sardinha (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) o biqueirão (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) e a cavala (*Scomber colias* Gmelin, 1789) sendo três espécies com uma elevada importância socioeconómica, por representarem os principais alvos da pescaria de cerco. Desta forma encontram-se sujeitas a uma elevada pressão da pesca.

Os mananciais dos pequenos pelágicos, como a sardinha e o biqueirão são conhecidos por apresentarem elevadas flutuações, causadas pela variabilidade dos seus recrutamentos. A disponibilidade alimentar é um dos principais fatores de regulação (de crescimento, reprodução e migração), por isso é necessária informação sobre a ecologia alimentar destas espécies, de modo a compreender a dinâmica e variação destes mananciais. Contudo, alterações na disponibilidade de plâncton podem resultar na competição por recursos e influenciar a dinâmica populacional destes pelágicos. Outro fator importante na dinâmica e interação entre estas espécies pelágicas pode estar relacionado com a predação de ovos e larvas entre as espécies do mesmo nível trófico. Estas espécies são conhecidas por realizar comportamentos de canibalismo e predação *intraguild* dos seus ovos e larvas. Como tal torna-se necessário avaliar estes mecanismos e perceber se influenciam a mortalidade natural destas espécies.

Este estudo tem como principal objetivo descrever as dietas da sardinha, biqueirão e cavala, avaliando possíveis sobreposições entre dietas que possa induzir em competição, entre estados de maturação e estações do ano distintas. Pretende-se ainda avaliar a incidência de ovos de peixe na sardinha, biqueirão e cavala e compreender qual o impacto real da predação de ovos na mortalidade natural de ovos de sardinha e biqueirão na costa portuguesa e Golfo de Cádiz.

Foram analisados os estômagos das três espécies pelágicas, provenientes de três campanhas de investigação distintas, realizadas na primavera e no outono de 2018. O primeiro objetivo consistia em analisar e identificar presas no interior dos conteúdos estomacais com especial relevo para a predação de ovos de peixe, em particular a sardinha e biqueirão. Através do número de presas foi determinado o carbono total de cada presa e a percentagem da contribuição em carbono de cada presa para a dieta da sardinha, biqueirão e cavala. Assim, foi possível determinar a composição das dietas dos peixes pelágicos neste estudo. Foi também calculado a riqueza específica, diversidade e sobreposição de dietas, bem como alguns índices adicionais como o índice gonadossomático e de condição nutricional. Na segunda parte deste estudo foi determinado a incidência de ovos de peixe dentro dos conteúdos estomacais de sardinhas, biqueirões e cavalas, a sua frequência de ocorrência e o consumo médio de ovos de cada espécie. Por último avaliou-se a percentagem de mortalidade de ovos de sardinha e biqueirão por canibalismo e predação *intraguild* ao longo da costa portuguesa e Golfo de Cádiz.

A sardinha apresentou a dieta mais diversificada, com um maior leque de presas, sendo a sua dieta constituída por: fitoplâncton (5%), ovos de peixe (7%) e zooplâncton (88%). Tanto o biqueirão como a cavala apresentaram uma dieta à base de zooplâncton (>97%). Os copépodes foram as principais presas identificadas nos conteúdos estomacais (representando 50% da dieta da sardinha e biqueirão), contudo identificou-se uma elevada presença de ovos de copépodes e outros crustáceos na dieta das três espécies, determinando-se uma significativa sobreposição de dietas. No entanto o biqueirão tem o maior potencial de competição tanto com a sardinha como com a cavala. As dietas demonstraram uma significativa

diferença entre as estações do ano, com mais presas, maior intensidade de alimentação e maior diversidade na primavera.

Verificou-se uma maior incidência de ovos de peixes nas sardinhas juvenis e nas cavalas (adultas e juvenis), com uma sazonalidade na predação de ovos. Seguindo as estimativas tradicionais de consumo de ovos por peixe, as taxas de consumo de ovos de biqueirão por sardinhas resultariam em 196% e 17% (costa ocidental norte e zona do Algarve e Cádiz, respetivamente) e de ovos de sardinha por sardinhas em 1% e 6% (costa ocidental norte e costa ocidental sul, respetivamente). Nesta tese, foi desenvolvido um novo método que considera a percentagem de sobreposição da distribuição dos peixes e ovos observada durante o estudo. As taxas de consumo de ovos resultantes demonstraram que a sardinha é a principal responsável pela mortalidade de ovos de biqueirão e sardinha na costa portuguesa e Golfo de Cádiz, com um impacto mais acentuado na mortalidade diária de ovos de biqueirão na costa ocidental norte (41%) e de 8% da zona do Algarve e Cádiz, na primavera. Sendo também responsável por predação 5% dos seus ovos da costa ocidental sul e 1% da costa ocidental norte, no outono. O biqueirão é responsável por predação 6% dos seus ovos na costa ocidental norte e 1% no Algarve e Cádiz, na primavera.

O presente trabalho permitiu comparar a dieta de três espécies pelágicas fundamentais no manancial Ibérico, bem como entender se uma possível sobreposição de dietas pode resultar num possível impacto na competição entre estas espécies. Com um carácter mais inovador, através da predação de ovos de peixe, este estudo determinou o impacto que o canibalismo e a predação *intraguild* de ovos de sardinha e biqueirão têm na mortalidade destas duas espécies na costa portuguesa e Golfo de Cádiz.

Futuramente sugere-se desenvolver mais estudos focados em mecanismos como a competição e a predação de ovos, para avaliar o impacto na mortalidade das espécies, a fim de permitir quantificar a importância que estes podem exercer nas flutuações dos mananciais de pequenos pelágicos, com elevado interesse económico.

PALAVRAS-CHAVE: Dieta · Sobreposição trófica · Conteúdos estomacais · Canibalismo · Predação *Intraguild*

ABSTRACT

Small coastal pelagic fish are very abundant in areas of higher productivity, particularly in up-welling regions, where they occupy intermediate trophic levels in the trophic web, directly consuming plankton. This species exercises a top-down control over planktonic communities and at the same time a bottom-up control over top predators. The most important pelagic fish for Portugal and Spain are Sardine (*Sardina pilchardus*) anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and chub mackerel (*Scomber colias*), which are three very important socio-economic species for Portugal and Spain, representing the main targets of the purse-seine fishery and are subject to high fishing pressure.

Stocks of small pelagic such as sardine and anchovy are known to fluctuate greatly due to their recruitment, regulated by numerous factors. Food availability is one of the main regulating factors (growth, reproduction and migration), so information on the food ecology of these species is necessary to understand the dynamics and variation of these stocks. However, changes in plankton availability may result in competition for resources, playing a role in the population dynamics of these pelagic fish. Another important factor in the dynamics and interaction between these pelagic species is the predation of eggs and larvae among species of the same trophic level. These species are known to perform cannibalistic and *intraguild* predation behaviours of their eggs and larvae and as such it is necessary to evaluate these mechanisms and to understand if they influence the natural mortality of these species.

This study aims to describe the diets of sardine, anchovy and chub mackerel, evaluating possible overlaps between diets and consequent competition between maturation states and distinct seasons. It also aims to evaluate the incidence of fish eggs in sardines, anchovies and chub mackerel and to understand the real impact of egg predation on the natural mortality of sardine and anchovy's eggs on the Portuguese coast and Gulf of Cadiz.

The stomachs of the three pelagic species were analysed from three different research surveys in spring and autumn 2018. The analysis of stomach contents started by identifying the prey inside the stomach contents with a special focus on predation of fish eggs, in particular sardine and anchovy. The total carbon of each prey and the percentage of the carbon contribution of each prey to the diet of sardines, anchovies and chub mackerel were determined through the number of prey. The specific richness, diversity and diets overlap were also calculated, as well as some additional indices such as the gonadosomatic and nutritional condition. In the second part of this study, the incidence of fish eggs inside sardines, anchovies and chub mackerel, their frequency of occurrence and the average consumption of eggs of each species were determined. Finally, the mortality rate of sardine and anchovy eggs by cannibalism and *intraguild* predation along the Portuguese coast and the Gulf of Cadiz was assessed.

Sardines had the most diversified diet, with a greater range of prey, being its diet made up of: phytoplankton (5%), fish eggs (7%) and zooplankton (88%). Both anchovy and mackerel had a zooplankton-based diet (>97%). Copepods were the main prey identified in the stomach contents (representing 50% of the sardine and anchovy diet) and a high presence of copepod eggs and other crustaceans was identified in the diet of the three species, determining a significant dietary overlap. However, anchovy has the greatest potential for competition with both sardines and mackerel. The diets have shown a significant difference between the seasons, with more prey, higher feeding intensity and greater diversity in spring.

There was a higher incidence of fish eggs in juvenile sardines and mackerel (adult and juvenile), with a seasonality in egg predation. Following traditional estimates of egg consumption by planktonic fish, anchovy egg consumption rates by sardines would result in 196% and 17% (north west coast and

Algarve and Cadiz area respectively) and sardine eggs by sardines in 1% and 6% (north west coast and south west coast respectively). In this thesis, a new method was developed to take into account the overlap of fish and eggs observed during the study. The resulting egg consumption rates showed that sardine is the main responsible for the mortality of anchovy and sardine eggs on the Portuguese coast and in the Gulf of Cadiz, with a higher impact on the daily mortality of anchovy eggs on the northern western coast (41%) and 8% in the Algarve and Cadiz in spring. It is also responsible for predation of 5% of its eggs on the southern western coast and 1% on the northern western coast in autumn. Anchovies are responsible for predation of 6% of their eggs on the northern western coast and 1% in the Algarve and Cadiz in the spring.

This work has not only made it possible to compare the diet of three key pelagic species in the Iberian stock, but also to understand how these overlaps resulting in a possible impact on competition between these species. With a more innovative character, through the predation of fish eggs, this study has determined the impact that cannibalism and *intraguild* predation of sardine and anchovy eggs have on the mortality of these two species on the Portuguese coast and the Gulf of Cadiz.

Further studies focusing on mechanisms such as competition and egg predation should be developed in the future to assess the impact on species mortality in order to quantify the importance they can have on fluctuations in stocks of small pelagic of high economic interest.

KEYWORDS: Diet · Trophic overlap · Stomach contents · Cannibalism · *Intraguild* Predation

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xv
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
1.1. Enquadramento geral.....	1
1.2. Caracterização da área de estudo.....	2
1.3. Reprodução e postura	3
1.4. Fisiologia e comportamento alimentar	4
1.5. Composição da dieta e sobreposição trófica	5
1.6. Mortalidade natural (predação <i>intraguild</i> e canibalismo de ovos).....	7
1.7. Objetivos	10
CAPÍTULO 2 Métodos	11
2.1. Projeto Sardinha 2020	11
2.2. Área de estudo	11
2.2.1. Definição e divisão da área de estudo	11
2.2.2. Recolha de amostras	12
2.3. Amostragem biológica	14
2.3.1. Preparação e filtração dos estômagos.....	14
2.3.2. Análise de conteúdos estomacais	15
2.5. Análise estatística.....	15
CAPÍTULO 3 Resultados.....	19
3.1. Amostras de estômagos	19
3.2. Condição nutricional e índice gonadosomático	20
3.2.1. Índice de Condição de Fulton (K)	20
3.2.2. Índice Gonadosomático (IGS)	21

3.3. Dieta dos peixes pelágicos	22
3.3.1. Intensidade de alimentação.....	22
3.3.2. Diversidade da dieta	24
3.3.3. Composição da dieta	25
3.3.4. Sobreposição das dietas	27
3.4. Predação de ovos e impacto na mortalidade natural.....	28
3.4.1. Ovos nos conteúdos estomacais	28
3.4.2. Relação entre o consumo de ovos e o total de presas	30
3.4.3. Consumo diário de ovos	30
3.4.4. Estimativas de ovos predados por dia no manancial Ibérico.....	31
CAPÍTULO 4 Discussão.....	33
4.1. Ecologia trófica de peixes pelágicos	33
4.2. Predação de ovos	39
CAPÍTULO 5 Considerações finais	44
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Mapa da costa continental Portuguesa e Golfo de Cádiz, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas durante campanha PELAGO18.	12
2.2	Mapa da costa continental Portuguesa, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas durante a campanha IBERAS18.	12
2.3	Mapa do sul de Portugal e Golfo de Cádiz, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas na campanha ECOCADIZ18.	13
3.1	Índice de condição de Fulton de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.	20
3.2	Índice Gonadossomático de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.	22
3.3	Intensidade de Alimentação de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.	23
3.4	Índice de diversidade do Shannon-Wiener (H') das presas identificadas nos estômagos da sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono) e estado de maturação (adulto e juvenil). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.	25
3.5	Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta da sardinha (PIL). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil), da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).	26
3.6	Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta do biqueirão (ANE). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil), da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).	26

3.7	Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta da cavala (VMA). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil) , da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).	27
3.8	Média do número de ovos de biqueirão, de sardinha e ovos não identificados por estômago. Valores de número de ovos médio agrupados por espécie (PIL- sardinha, ANE- biqueirão e VMA- cavala), estação (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).	28
3.9	Conteúdo carbónico total das presas nos estômagos (fitoplâncton e zooplâncton) de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA) em função do conteúdo carbónico total dos ovos de peixes encontrados dentro dos estômagos destes pequenos peixes pelágicos.	30

ÍNDICE DE TABELAS

1.1	Sumário de estudos realizados sobre a percentagem de predação de ovos de sardinha e biqueirão, pelas diferentes espécies de sardinha e biqueirão. Resultados apresentados em percentagem da mortalidade total de ovos resultante de canibalismo ou predação <i>intraguild</i> . Exceção no artigo Ward, T. M., 2008, onde os valores são apresentados em % da dieta constituída por ovos.	9
2.1	Número de sardinhas (PIL), biqueirões (ANE) e cavalas (VMA) analisadas. Dados referentes às três campanhas de investigação (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuevesar18), com a respetiva estação do ano, estado de maturação e zona de captura.	14
3.1	Comprimento total médio (CT), em centímetros, com o respetivo desvio padrão (σ) de sardinha, biqueirão e cavala (PIL, ANE e VMA respetivamente). Os dados estão agrupados por estação do ano, estado de maturação e zona de captura (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).	19
3.2	Número de estômagos analisados que não apresentaram ovos no seu interior e que apresentaram ovos de biqueirão (ANE), ovos de sardinha (PIL) e ovos não identificados (n.i).	28
3.3	Número médio de ovos por estômago de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA) e a respetiva frequência de ocorrência (FO). Dados discriminados em ovos de biqueirão (<i>Engraulis encrasicolus</i>), ovos de sardinha (<i>Sardina pilchardus</i>) e ovos de peixes n.i (não identificados). Os estômagos de sardinha, biqueirão e cavala estão agrupados por estação do ano (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). Os valores zero correspondem à ausência de ovos dentro dos conteúdos estomacais.	29
3.4	Ração diária de ovos por Quilograma de sardinha, biqueirão e cavala. Ovos consumidos divididos em ovos de <i>E. encrasicolus</i> (ovos ANE), <i>S. pilchardus</i> (ovos PIL) e ovos não identificados (Outros Ovos).	31
3.5	Percentagem de ovos de sardinha (PIL) e ovos de biqueirão (ANE) predados por dia pelo total de sardinha ou biqueirão numa determinada zona (costa ocidental norte ou Algarve e Cádiz), durante a primavera.	31
3.6	Percentagem de ovos de sardinha (PIL) e ovos de biqueirão (ANE) predados por dia pelo total de sardinha ou biqueirão numa determinada zona (costa ocidental norte, costa ocidental sul ou Algarve e Cádiz), durante o outono.	32

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

2.1	Índice de Condição de Fulton (K)	15
2.1	Índice Gonadossomático (IGS)	16
2.3	Intensidade de alimentação (FI = Feeding Intensity)	16
2.4	Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H')	16
2.5	Índice de Schoener's (S) (para sobreposição de dietas)	16
2.6	Equação da ração diária de ovos (Kg/ peixe/ dia)	17

ÍNDICE DE ANEXOS

6.1	Mapa de distribuição do habitat de <i>Sardina pilchardus</i> . Fonte: aquamaps.org	51
6.2	Mapa de distribuição do habitat de <i>Engraulis encrasicolus</i> . Fonte: aquamaps.org	51
6.3	Mapa de distribuição do habitat de <i>Scomber colias</i> . Fonte: aquamaps.org	51
6.4	Presas identificadas em conteúdos estomacais de <i>Sardina pilchardus</i> , em indivíduos capturados durante três campanhas de investigação (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuvesar18). Os valores das presas são apresentados em conteúdo carbónico total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono total da dieta (%C). Dados apresentados por estado de maturação (adulto ou juvenil), estação do ano (primavera 2018 e outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.	52
6.5	Presas identificadas em conteúdos estomacais de <i>Engraulis encrasicolus</i> , em indivíduos capturados durante três campanhas de investigação (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuvesar18). Os valores das presas são apresentados em conteúdo carbónico total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono total da dieta (%C). Dados apresentados por estado de maturação (adulto ou juvenil), estação do ano (primavera 2018 e outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.	54
6.6	Presas identificadas em conteúdos estomacais de <i>Scomber colias</i> , em indivíduos capturados durante três campanhas de investigação (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuvesar18). Os valores das presas são apresentados em conteúdo carbónico total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono total da dieta (%C). Dados apresentados por estado de maturação (adulto ou juvenil), estação do ano (primavera 2018 e outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.	56
6.7	Exemplo de mapa com os dados da distribuição de espécies pelágicas e ovos de peixes ao longo da costa Portuguesa e Golfo de Cádiz, na primavera. Dados sobre uma esquadria, com quadrados de 21,6Km de comprimento (resultados da campanha PELAGO18).	58

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
ICES	International Council for the Exploration of the Sea (Conselho Internacional para a Exploração do Mar).
DQEM	Diretiva Quadro Estratégia Marinha
PIL	Sardinha: <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)
ANE	Biqueirão: <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)
VMA	Cavala: <i>Scomber colias</i> (Gmelin, 1789)
OCN	Ocidental norte
OCS	Ocidental sul
ALG	Algarve
CAD	Cádiz
L50	Tamanho médio da primeira maturação
n.i	Não identificado
σ	Desvio Padrão
CT	Comprimento Total
FO	Frequência de Ocorrência
CC	Conteúdo de Carbono
ton	Toneladas
Kg	Quilogramas

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento geral

Os peixes pelágicos costeiros como os Clupeiformes (*Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus*) e Perciformes como a cavala (*Scomber colias*) são bastante abundantes em zonas de maior produtividade, em particular em regiões de afloramento costeiro (Garrido *et al.*, 2015b). Nestes ecossistemas, estes peixes ocupam níveis intermédios na teia trófica, consumindo diretamente plâncton, tornando-se fundamentais para os predadores de topo (Bakun, 2006) e importantes reguladores dos níveis tróficos inferiores. Dada a elevada abundância destas espécies de Clupeiformes, a biomassa total de peixes nestes afloramentos costeiros tende a ser dominada por uma espécie de sardinha e uma espécie de biqueirão, sendo que normalmente apenas uma das duas espécies é dominante no ambiente, num determinado momento (Cury *et al.*, 2000).

No sistema de afloramento das Canárias a sardinha é o peixe pelágico dominante (*S. pilchardus*), sendo a cavala uma das espécies costeiras mais abundantes, a par das espécies do género *Trachurus*. O biqueirão (*E. encrasicolus*) é especialmente abundante no norte do sistema de Afloramento das Canárias, ao largo da Península Ibérica. A Sardinha (*Sardina pilchardus*) possui uma distribuição abrangente ao longo do Nordeste do Atlântico, desde o Mar do Norte até ao norte de África (Marrocos e Senegal), todo o Mediterrâneo, Mar Negro e Mauritânia, encontrando-se as capturas com maior peso na Europa e norte de África (Stratoudakis *et al.*, 2007) (Anexo 6.1). O Biqueirão (*Engraulis encrasicolus*) possui uma distribuição mais abrangente, ocupando toda a costa Este do Atlântico, desde a Noruega até África do sul e o Mar Mediterrâneo e Mar Negro (Anexo 6.2). Por fim a Cavala (*Scomber colias*) encontra-se distribuída por toda a costa Oeste e Este do Atlântico e Mediterrâneo. No entanto na costa Este do Atlântico distribui-se desde as Canárias e Açores até à Baía da Biscaia (Navarro *et al.*, 2012) (Anexo 6.3). Na Península Ibérica existe a coabitação de duas espécies, a Sarda (*S. scombrus*) predomina a zona Norte e a Cavala (*S. colias*) possui uma distribuição predominante a sul de Lisboa (Martins *et al.*, 2013).

A espécie pelágica dominante na costa Oeste da Península Ibérica é a sardinha, com uma zona de reprodução contínua ao longo da plataforma continental até aos 150m. (Bernal *et al.*, 2007). Tanto a sardinha como o biqueirão são peixes planctívoros, com um ciclo de vida curto, crescimento rápido (atingindo a maturidade normalmente após um ano) e uma elevada fecundidade (Gkanasos *et al.*, 2019). A cavala é igualmente uma espécie de crescimento rápido (atingindo os 50cm e 13 anos de longevidade), podendo chegar aos 20cm no primeiro ano e atingir a idade de maturação em um ou dois anos (Martins *et al.*, 2013; Gushchin & Corten, 2017) e, ao contrário da sardinha e biqueirão que são planctívoros durante todo o ciclo de vida, esta espécie pode ser piscívora durante a sua fase adulta (Castro, 1993).

Estas três espécies pelágicas são recursos socioeconómicos muito importantes, tanto para Portugal como para Espanha, representando os principais alvos da pescaria de cerco. No entanto são espécies difíceis de gerir pelas grandes variações interanuais de distribuição e abundância. Para além de serem alvo de elevadas flutuações devido aos seus recrutamentos, sofrem uma elevada pressão proveniente da pesca. Em 2018, na divisão 9a, a biomassa de sardinha foi estimada em 171 978 toneladas (ton), representando um aumento de 112% em relação ao ano anterior (quando ocorreu o mínimo histórico de recrutamento), aproximando-se de valores referentes a 2016 (ICES, 2018). Nesse ano foram descarregadas na Península Ibérica 15 062 ton. de sardinha, o que representa uma descida de 31% em relação ao ano anterior e de 34% apenas para Portugal (ICES, 2019). O biqueirão é tradicionalmente mais abundante no norte (Golfo da Biscaia) e sul (Golfo de Cádiz) da Península Ibérica, no entanto em anos recentes sofreu um aumento exponencial da sua abundância, atingindo o máximo histórico no ano de 2018 (ICES, 2018). A biomassa de biqueirão na divisão 9a no verão de 2018, foi estimada em 34 908 ton., atingindo-se um segundo

máximo histórico (ICES, 2019). A campanha PELAGO18 estimou a abundância de biqueirão na primavera de 2018 em 300 milhões, apenas na costa portuguesa. Dentro do manancial Ibérico foram capturadas aproximadamente 12 732 ton. de biqueirão (ICES, 2019).

As flutuações das populações de pequenos peixes pelágicos estão normalmente associadas à variabilidade dos seus recrutamentos. Tendo em consideração que a disponibilidade alimentar é o principal fator de regulação (de crescimento, reprodução e migração) é necessária informação sobre a ecologia alimentar destas espécies para compreender a dinâmica e variação destes recursos (Cunha *et al.*, 2013). A disponibilidade de alimento é um fator chave na dinâmica de peixes pelágicos, afetando a reprodução, o crescimento dos juvenis e o crescimento e sobrevivência das larvas (Garrido & van der Lingen, 2014). Normalmente, larvas eclodidas de maiores dimensões, estão associadas a uma maior probabilidade de sobrevivência dos peixes em condições ambientais adversas, e pequenas diferenças na taxa de mortalidade no período larvar podem provocar grandes flutuações no recrutamento de peixes pelágicos (Lavoué *et al.*, 2014). O sucesso da reprodução e/ou a sobrevivência das larvas, destes pequenos pelágicos, permitem evitar o colapso dos mananciais, que normalmente possuem drásticas consequências socioeconómicas (Pita *et al.*, 2014; Garrido *et al.*, 2015b).

Os pequenos peixes pelágicos são a ligação entre a produção planctónica e os níveis tróficos mais elevados (Pikitch *et al.*, 2014). Por um lado, o controlo top-down efetuado pelos peixes planctívoros sobre o zooplâncton (Checkley *et al.*, 2009) sugere que alterações na disponibilidade de plâncton podem resultar na competição por recursos (Irigoien & De Roos, 2011). Por isso a competição por recursos pode desempenhar um papel na dinâmica populacional das espécies, favorecendo uma determinada espécie em detrimento de outra devido a um maior sucesso na alimentação (Bachiller *et al.*, 2015). Por outro lado, a maioria das espécies de sardinha e biqueirão são conhecidas por alimentarem-se dos seus próprios ovos e larvas e de outros clupeóides que partilham o mesmo nicho trófico, através de mecanismos de predação *intraguild* e canibalismo (Garrido & van der Lingen, 2014), que podem ter um impacto direto na mortalidade.

Assim, a caracterização da dieta destes pequenos pelágicos pode ajudar a determinar uma possível sobreposição de dietas, que juntamente com a avaliação de possíveis mecanismos de predação entre pelágicos permite aferir o impacto da competição existente nestas espécies. Como resultado, a análise da mortalidade causada por estes fatores pode tornar-se importante numa abordagem ecossistémica à gestão dos recursos pesqueiros. (Bachiller *et al.*, 2015).

No manancial Ibérico, recentemente assistiu-se a um aumento na abundância de cavala e biqueirão (ICES 2018, 2019) que competem diretamente com a sardinha. Por sua vez, segundo o ICES a sardinha tem sofrido um decréscimo de abundância, atingindo em 2017 o mínimo histórico. Desta forma, torna-se importante aferir se uma possível competição por alimento (entre a sardinha, o biqueirão e a cavala) ou a predação dos seus ovos e larvas, podem estar relacionados com o declínio da população de sardinha na costa oeste Ibérica.

1.2. Caracterização da área de estudo

A costa ocidental da Península Ibérica é o limite norte do Ecossistema de afloramento costeiro da corrente das Canárias e está sujeita à influência e perturbação da NAO (*North Atlantic Oscillation*) (Santos *et al.*, 2007). A plataforma continental do Noroeste de Portugal é relativamente larga e plana, com grande influência do afloramento costeiro (Sobrinho-Gonçalves *et al.*, 2013). Este afloramento favorece ventos de norte maioritariamente durante o Verão, variando no resto do ano. Estas regiões de afloramento costeiro são zonas de grande produtividade planctónica e concentram a maioria do volume

de pesca de peixes pelágicos (Sobrinho-Gonçalves *et al.*, 2013). A superfície da plataforma do Golfo de Cádiz é influenciada por duas massas de água circulares que circulam em direção ao Mediterrâneo ao longo do ano e delimitadas pela corrente do Golfo de Cádiz (Santos *et al.*, 2018). Em direção contrária e a uma maior profundidade circula a massa de água proveniente do Mediterrâneo que, pela sua temperatura e salinidade mais elevada não se mistura com a água do Atlântico. Ao longo da plataforma do Golfo de Cádiz as correntes normalmente reagem à circulação do vento, podendo formar um afloramento costeiro em resposta aos típicos ventos de norte e noroeste, ou em caso de curtos, mas intensos ventos de Este formar um *downwelling* (Santos *et al.*, 2018; Relvas *et al.*, 2007). No entanto a produtividade existente na zona do Golfo de Cádiz provém, em grande parte dos nutrientes provenientes de rios. Segundo Prieto *et al.* (2009) eventos meteorológicos como episódios de elevada precipitação afetam os cursos dos rios e as massas de ar, afetando diretamente a concentração de nutrientes à superfície no Golfo de Cádiz.

1.3. Reprodução e postura

E. encrasicolus e *S. pilchardus* possuem um corpo de pequena dimensão, tempo de vida curto, apresentam uma maturação rápida, com uma elevada produção de ovos e uma reprodução sazonal, reproduzindo-se várias vezes dentro da mesma época de reprodução (Rochet *et al.*, 2000; Gantias *et al.*, 2014). A espécie *Scomber colias*, tal como a maioria dos pelágicos de importância comercial apresenta uma estratégia de reprodução semelhante, demonstrando iteroparidade e gonocorismo, sendo ovípara e sem dimorfismo sexual (Vasconcelos *et al.*, 2012). Em águas europeias, nomeadamente o caso da Península Ibérica, não se verifica uma sobreposição no período de reprodução do biqueirão e sardinha. O biqueirão tem uma época de reprodução que se estende entre a primavera e o outono (considerando-se um reprodutor de verão), enquanto a postura da sardinha ocorre entre o outono e a primavera (considerando-se um reprodutor de Inverno) (Stratoudakis *et al.*, 2007; Nunes *et al.*, 2011). Segundo Stratoudakis *et al.*, (2007) a sardinha do Atlântico reproduz-se a uma temperatura ideal entre os 14-15°C, evitando temperaturas abaixo dos 12°C e acima dos 16°C. Na cavala, a postura ocorre principalmente a temperaturas entre os 15°C e os 20°C, registando-se a época de reprodução em Portugal entre fevereiro/março e maio/junho (reproduzindo-se entre a primavera e Verão) (Vasconcelos *et al.*, 2012).

Nos pequenos pelágicos, a fecundidade é bastante variável, podendo variar entre: (1) espécie, (2) estação do ano, (3) anos distintos e (4) subpopulações (Alheit, 1987; Gantias *et al.*, 2014). O período do dia ideal à postura destes pelágicos, está sobreposto entre o biqueirão e a sardinha. Segundo Motos *et al.* (1996), para o Golfo da Biscaia, o biqueirão possui um período diário de desova entre as 19h00-6h00, atingindo o pico à meia noite. Já Gantias *et al.* (2003) descreveu como hora do pico de desova da sardinha as 19h00 (Mediterrâneo) e as 21h00 (Atlântico). No que diz respeito aos ovos produzidos por estas espécies, Coombs *et al.* (2004) determinou que se a desova ocorrer em profundidade, os ovos de sardinha deslocam-se 10 vezes mais rápido do que os ovos de biqueirão ao longo da coluna de água, no entanto possuem uma distribuição vertical idêntica (aproximadamente nos primeiros 20m da coluna de água). Considerando-se a média em 7.1m de profundidade para a sardinha e 7.2m para o biqueirão.

A sardinha e o biqueirão possuem épocas de reprodução distintas e consequentemente apresentam estratégias de reprodução diferentes. Segundo Gantias *et al.* (2014), a época de desova do biqueirão coincide com os meses de maiores temperaturas, dependendo em grande parte da ingestão do alimento disponível para a produção de ovos (estratégia tipo *income breeders*). Por outro lado, a época de reprodução da sardinha coincide com os meses de menores temperaturas, criando uma diferença temporal entre os meses de maior alimentação e de reprodução. Desta forma a dependência da sardinha

de reservas para a produção de ovos sugere uma estratégia *capital breeding* (Ganias *et al.*, 2014). No entanto em zonas de afloramento costeiro as estratégias reprodutoras podem ser mais complexas, tal como demonstrou Ganias (2009), ao verificar que as sardinhas recorriam igualmente à energia proveniente da alimentação durante a época de reprodução para a produção de ovos.

1.4. Fisiologia e comportamento alimentar

Em regiões de afloramento costeiro, o sucesso e elevada abundância de peixes pelágicos tem sido associada à flexibilidade dos comportamentos alimentares (Costalago *et al.*, 2012). Estas espécies possuem uma elevada diversidade de dieta, pois possuem a capacidade de alternarem entre alimentação particulada (seletiva) e filtração (não seletiva), o que permite explorar eficientemente toda a teia trófica de plâncton (Bachiller & Irigoien, 2015). Ao se alimentarem de diversos organismos, muitos deles de pequenas dimensões, permitiu com o tempo o desenvolvimento de estruturas especializadas como a substituição de dentes por branquispinhas ao longo do arco branquial e o alongamento do intestino, permitindo processar elevadas quantidades de alimento, sem pausas digestivas (Garrido & van der Lingen, 2014).

Através da análise da dieta dos peixes é possível refletir a disponibilidade de presas no ambiente, no entanto, esta dieta depende de dois fatores: (1) dos mecanismos de seleção da presa e (2) da morfologia dos órgãos especializados na alimentação (determinam o tamanho mínimo da presa que o peixe é capaz de reter). O sistema de filtração caracterizado pela estrutura branquial é semelhante para as espécies pelágicas *S. pilchardus*, *E. encrasicolus* e *S. colias*, composto por 5 arcos branquiais (Garrido & van der Lingen, 2014). Existem diferenças entre as espécies e populações nas branquispinhas destes pequenos pelágicos, que influenciam o seu comportamento alimentar. Enquanto que a cavala possui apenas branquispinhas ao longo do primeiro arco branquial e um quinto arco modificado (Molina *et al.*, 1996), a sardinha e o biqueirão possuem branquispinhas ao longo dos 5 arcos branquiais, cobertos por dentículos e no primeiro arco são projetadas no sentido da língua, o que forma um mecanismo ideal para filtração (Garrido & van der Lingen, 2014).

Através da estrutura das branquias, torna-se possível comparar a eficácia de filtração, percebendo se estes pequenos pelágicos optam por uma estratégia de alimentação particulada ou filtração. Segundo van der Lingen *et al.* (2009), a sardinha através da sua estrutura branquial, consegue reter partículas de menores dimensões, ao contrário do biqueirão, devido ao facto da sardinha possuir um sistema de filtração mais fino com mais branquispinhas, um menor espaçamento entre elas e com mais dentículos. No desenvolvimento destas estruturas também se verificam diferenças entre os pequenos pelágicos, visto que o sistema de filtração se encontra totalmente formado ainda na fase juvenil do biqueirão, enquanto que na sardinha continua em desenvolvimento ao longo da sua fase adulta (Garrido & van der Lingen, 2014). Segundo Costalago *et al.*, (2012) o número de branquispinhas no biqueirão torna-se constante em indivíduos >5.3cm, com larvas de 4mm com aproximadamente 25 branquispinhas, já na sardinha as branquispinhas começam a aparecer em larvas de 15mm e continuam a crescer até à fase adulta. Diferenças entre o número de branquispinhas e seu espaçamento, são visíveis não só entre espécies, mas também em organismos intraespecíficos de regiões diferentes. Como por exemplo, a *Sardina pilchardus* da região do Mediterrâneo apresenta menor número de branquispinhas e maior espaçamento entre elas quando comparada com o Atlântico, o que pode estar relacionado com a maior abundância de plâncton nesta região, favorecendo uma alimentação por filtração (van der Lingen *et al.*, 2009).

Em relação aos mecanismos de seleção das presas, estes pequenos pelágicos optam por duas estratégias distintas de alimentação. Alimentação particulada (seletiva), que se define pela deteção visual e seleção

de determinada presa na coluna de água e alimentação por filtração (não seletiva), que se caracteriza pelo peixe manter a boca aberta enquanto nada ao longo da coluna de água ou realizar uma sucção para capturar a presa enquanto se encontra parado ou movendo-se lentamente (Garrido & van der Lingen, 2014).

A cavala até à fase adulta é considerada planctívora mas, podendo incluir piscivoria enquanto adulta (Castro, 1993). Estudos como Molina *et al.* (1996) defendem que a cavala adota uma alimentação particulada em preferência à alimentação por filtração. A sardinha e o biqueirão, utilizam os dois tipos de alimentação e alternam entre seletiva ou não seletiva dependendo da disponibilidade de alimento no meio (Garrido & van der Lingen, 2014). Normalmente, estas espécies utilizam a filtração para organismos de menores dimensões e a alimentação particulada para organismos de maiores dimensões, o que torna estas espécies oportunistas e flexíveis, maximizando a energia obtida conforme a disponibilidade do meio (Garrido & van der Lingen, 2014). A alternância entre estratégias de alimentação nestes pequenos pelágicos encontra-se também associada à idade do peixe, já que algumas espécies adquirem maior capacidade de filtração ao longo da ontogenia, com o desenvolvimento das diferentes estruturas branquiais (Garrido & van der Lingen, 2014).

Segundo Garrido *et al.* (2007) a sardinha recorre a alimentação por filtração para presas $\leq 724 \mu\text{m}$ e a alimentação particulada para presas $\geq 780 \mu\text{m}$, tendo capacidade para filtrar presas com $4 \mu\text{m}$ (20% eficiência), atingindo eficiência máxima em presas $> 200 \mu\text{m}$. Assim, verifica-se que ambos os tipos de alimentação são usados no meio ambiente, mas segundo Garrido *et al.* (2008) a presença de presas maioritariamente com tamanhos $< 750 \mu\text{m}$ nos estômagos sugere uma preferência na adoção de alimentação por filtração, no Atlântico. Já no biqueirão, a preferência por alimentação particulada pode estar relacionada com a menor especialização das brânquias (Garrido & van der Lingen, 2014), visto que tanto os juvenis como os adultos possuem uma dieta predominante em zooplâncton, com uma menor contribuição de organismos de menores dimensões, como o fitoplâncton (Garrido *et al.*, 2015b).

A alimentação e a estratégia alimentar adotada por estes pequenos pelágicos pode ainda ser influenciada pela disponibilidade de luz, em função do ciclo de 24h. Estes peixes pelágicos possuem normalmente maior atividade de predação durante o dia, onde existe maior disponibilidade de luz e capacidade de visualização das presas, sendo que Plounevez & Champalbert, (1999) descreveram a alimentação de *E. encrasicolus* como maioritariamente diurna, apesar de ter registado alguma atividade de alimentação nas primeiras horas após anoitecer. Nikolioudakis *et al.* (2014) verificou ainda este padrão, sendo que no verão o biqueirão obteve uma alimentação diurna e tendo verificado um pico de alimentação no Inverno, após o anoitecer. Contudo Nikolioudakis *et al.* (2011), registou uma maior intensidade de alimentação durante o dia para a sardinha, registando-se um ciclo diurno apesar da existência de um pico de alimentação nas primeiras horas após o anoitecer, tal como no biqueirão.

1.5. Composição da dieta e sobreposição trófica

Os peixes pelágicos costeiros possuem uma dieta baseada em plâncton exclusiva em todo o ciclo de vida como a sardinha e biqueirão ou pelo menos durante as fases iniciais do desenvolvimento como o carapau e cavala. Geralmente a maioria do plâncton na dieta destes peixes é composto por zooplâncton, ictioplâncton e algum fitoplâncton em peixes como a sardinha e o biqueirão (Clupeiformes) e também por vezes alguns pelágicos costeiros como a cavala (Perciformes) (Garrido *et al.*, 2015).

Segundo Garrido *et al.* (2015b), o *E. encrasicolus* possui uma dieta diferente de *S. pilchardus* e *S. colias*, sendo visível uma maior predação de ovos por parte da sardinha e cavala e praticamente inexistente no biqueirão. Na costa portuguesa, Garrido *et al.* (2015b) descreveu a dieta de biqueirão, sendo esta

dominada por copépodes (maioritariamente calanoides), seguida de decápodes e cirrípedes na costa Oeste e eufasiáceos na costa sul. Por outro lado, a sardinha e a cavala, apresentaram na costa Oeste uma dieta baseada em copépodes calanoides (>70% de contribuição em carbono), seguida de ovos de sardinha, outros ovos de peixes e alguns cirrípedes e decápodes (Garrido *et al.*, 2015b). Na costa sul verificou-se igualmente uma dominância de ovos (maioritariamente de sardinha) e copépodes calanoides, no entanto a dieta da sardinha baseou-se ainda em outros pequenos copépodes, náuplios e ovos de crustáceos e algum fitoplâncton, enquanto a cavala preferiu decápodes (Garrido *et al.*, 2015b).

Martins *et al.* (2013) também verificou uma dieta à base de zooplâncton na cavala, na costa portuguesa, no entanto com o aumento do crescimento dos peixes, outras espécies como: cefalópodes, crustáceos e pequenos peixes pelágicos também passaram a entrar na dieta. Outros estudos como Wahbi *et al.* (2015), em Marrocos, verificou na dieta da cavala uma preferência em copépodes (59,18%) e pequenos peixes pelágicos (32,88%), registando-se mais uma vez a presença de diversos ovos de peixes dentro dos estômagos. Estudos como Costalago *et al.* (2015) e Garrido *et al.* (2008) observaram a mesma tendência com a sardinha do atlântico, com o zooplâncton a possuir maior peso na dieta, seguida de ictioplâncton (essencialmente ovos de peixe, 23%) e por último algum fitoplâncton (em zonas de maior afloramento costeiro).

Em regiões como o Golfo da Biscaia, Bachiller & Irigoien (2015) verificaram tendências semelhantes na dieta destes pequenos pelágicos, tendo os copépodes (maioria calanoides) dominado a dieta, no entanto não só verificou a presença de ovos de peixe dentro de sardinhas e cavalas, mas também dentro de biqueirões. Apesar do elevado número de copépodes dentro dos estômagos, por vezes presas menos abundantes e de maiores dimensões apresentam um maior contributo energético, como verificou Nikolioudakis (2012, 2014), para a sardinha e o biqueirão no Mediterrâneo. O que deve ter-se em consideração quando contabilizado a preferência de presas na dieta ou a eficiência na predação. Bachiller & Irigoien (2015) aferiram a mesma situação na dieta da cavala, com um elevado número de copépodes como presas, mas com uma elevada contribuição energética de misidáceos e decápodes, apesar do reduzido número.

Existe alguma contradição na importância da contribuição energética do fitoplâncton em regiões de afloramento costeiro, onde a produtividade é mais elevada. Estudos como Garrido *et al.* (2008a) verificaram uma elevada importância do fitoplâncton na dieta da sardinha na Península Ibérica, podendo em determinadas alturas do ano ser a principal preferência alimentar em termos de contribuição energética. Por outro lado, Van der Lingen *et al.* (2009) afirmou que mesmo em zonas de elevada abundância de fitoplâncton, a contribuição energética do fitoplâncton é reduzida quando comparada com zooplâncton e presas de maiores dimensões. Através de estudos de isótopos estáveis, Bode *et al.* (2004) verificou que a formação de azoto no músculo dos peixes provinha maioritariamente de zooplâncton e não fitoplâncton. Regiões diferentes da Península Ibérica, onde não se verifica afloramento costeiro, como o Mar Mediterrâneo, mantêm-se os principais grupos da dieta do biqueirão e da sardinha, registando-se apenas algumas diferenças. Segundo Costalago *et al.* (2014) e Nikolioudakis (2012, 2014) o zooplâncton continua a ser o principal grupo da dieta, com uma grande ênfase nos copépodes, mas no caso de *S. pilchardus* regista-se uma menor relevância de fitoplâncton na sua dieta. Nikolioudakis *et al.* (2012) registou, para a sardinha, uma dieta baseada em 83% em copépodes e aproximadamente apenas 5% em fitoplâncton.

A disponibilidade de alimento para os pequenos peixes pelágicos, depende não apenas da produtividade do plâncton, mas também da competição entre pequenos pelágicos planctívoros que partilham a mesma distribuição geográfica (Garrido *et al.*, 2015b). Esta competição por recursos pode possuir um papel importante na dinâmica populacional das espécies, favorecendo os predadores com maior sucesso alimentar (Bachiller & Irigoien, 2015), quer seja pela melhor adaptação das suas estruturas alimentares

ou por diferentes mecanismos de predação. No entanto estes pequenos pelágicos ao possuírem dietas assentes em zooplâncton cria-se uma limitação alimentar, devido à disponibilidade de alimento e não tanto devido à preferência alimentar, o que permite desenvolver uma maior sobreposição de dietas tanto em Clupeiformes (Bachiller & Irigoien, 2015) como noutros predadores Perciformes, como a cavala (Martins *et al.*, 2013).

Estudos de ecologia trófica em pequenos peixes pelágicos, como Nikolioudakis *et al.* (2014); Bachiller & Irigoien (2015) e Garrido *et al.* (2015b) demonstram diversas sobreposições de dietas em particular entre sardinhas, biqueirões e cavalas. Contudo esta sobreposição é variável entre os diversos estudos, isto pois a alimentação varia com a espécie, ontogenia, região geográfica e estação do ano (Bachiller & Irigoien, 2015). Na verdade, a maioria dos pequenos peixes pelágicos são oportunistas e a sua dieta varia conforme a disponibilidade de alimento, podendo por isso uma sobreposição de dietas estar relacionada com uma sobreposição geográfica e temporal destas espécies. Van der Lingen *et al.* (2006) relacionou a variação de biomassa de sardinha e biqueirão à disponibilidade de alimento, propondo uma teoria em que as flutuações de biomassa de sardinha e biqueirão estão de certa forma relacionadas com a disponibilidade alimentar e produtividade do meio, favorecendo preferencialmente uma ou outra espécie. Já Irigoien & de Roos (2011) defenderam que parte das variações populacionais podem também estar interligadas a uma mediação no nível trófico através das interações intra e interespecíficas. Desta forma ao analisar-se uma sobreposição trófica, temos de ter em conta uma possível competição entre espécies e/ou predação *intraguild*. Segundo Irigoien & de Roos (2011) um efeito de controlo “*top-down*” sobre as populações de zooplâncton pode resultar numa competição entre pequenos peixes pelágicos, enaltecendo um efeito de predação *intraguild*.

Como já acima descrito, sobreposições tróficas entre pequenos pelágicos, têm de ter em consideração várias variáveis como a espécie, região geográfica e estação do ano (pois afetam as suas dietas). Para além destas variáveis, é necessário ter em conta o comprimento dos indivíduos. Segundo Garrido *et al.* (2015a), são visíveis diferenças na composição da dieta com a ontogenia dos pequenos peixes pelágicos, com mudanças desde a fase larvar até à fase adulta. Desta forma para avaliar a ecologia trófica destes organismos há que ter também em conta o ciclo de vida quando analisada a sobreposição de dietas.

Apesar de diversos estudos demonstrarem a existência de sobreposições de dieta entre os pequenos peixes pelágicos, autores como van der Lingen *et al.* (2009) e Garrido & van der Lingen (2014) ao compararem a dieta de *S. pilchardus* e *E. encrasicolus*, avançam com algumas ideias de precaução referentes a sobreposições de dietas. Segundo estes autores, apesar de estes pelágicos poderem partilhar um recurso trófico comum (espécies de plâncton semelhantes) e regiões geográficas idênticas, comparações de nichos tróficos iguais são apenas válidos em largas escalas temporais. Isto porque, tendo em conta que estes peixes pelágicos possuem: (1) uma ampla dieta, conforme a região geográfica, (2) uma fácil mobilidade e (3) estruturas morfológicas distintas para alimentação (exemplo: sardinha mais bem adaptada do que o biqueirão para filtração), a sobreposição de dietas tende a ser mitigada, evitando a competição por alimento (van der Lingen *et al.*, 2009).

1.6. Mortalidade natural (predação *intraguild* e canibalismo de ovos)

A maioria dos ovos e fases larvares iniciais dos peixes pelágicos são planctónicas, tornando-se potenciais presas para os pequenos peixes pelágicos que competem entre si por alimento (Szeinfeld, 1991; Garrido *et al.*, 2008a e Irigoien & de Roos, 2011). Existem estudos em que uma parte significativa dos estágios iniciais dos peixes pelágicos pode ser predada por peixes planctívoros (Pájaro *et al.*, 2007). A predação de ovos de peixe por outros peixes pelágicos está associada a dois termos: (1) canibalismo, quando o predador e a presa (ovo/larva) são da mesma espécie e (2) predação *intraguild*, quando

diferentes espécies do mesmo nível trófico predam os ovos e larvas de outras espécies, o que é um processo comum e pode ser encontrado nos diversos níveis tróficos num ecossistema marinho (Irigoien & de Roos, 2011). O canibalismo nos peixes não é considerado um processo resultante de um stress elevado da população, mas uma resposta normal a diversos fatores ambientais (Valdés *et al.*, 1987; Pájaro *et al.*, 2007).

Em regiões de afloramento costeiro, o nível trófico dos peixes planctívoros é descrito como *wasp-waist* ou cintura de vespa, devido à baixa diversidade de espécies a ocupar este nível e onde normalmente apenas uma espécie domina (Bakun, 2006). Desta forma estes pequenos pelágicos exercem um controlo sobre os predadores (*bottom-up*) e um controlo sobre as presas/plâncton (*top-down*). Segundo a definição de predação *intraguild*, uma configuração da diversidade de uma teia trófica em formato *wasp-waist* é o que se prevê em regiões de afloramento costeiro ou de elevada produtividade (Mylius, 2001; Irigoien & de Roos, 2011). Normalmente quanto maior a abundância do recurso, maior a dominância do predador; mas no caso dos pequenos pelágicos (planctívoros) a predação *intraguild* existente pode limitar a possibilidade de coexistência (Irigoien & de Roos, 2011). Como é o caso da sardinha e o biqueirão. Quando a biomassa de uma espécie é elevada a outra espécie tende a ser baixo, como verificado por Szeinfeld (1991) para a *S. ocellatus* e *E. capensis* ou, verificado para *S. pilchardus* e *E. encrasicolus* por Garrido *et al.* (2015b). Desta forma, apesar das variações climáticas e a pesca continuarem a ser os maiores fatores externos sobre a dinâmica de populações dos peixes pelágicos, a predação *intraguild* ao promover a dominância de uma espécie, pode ajudar a explicar alguma flutuação nestas populações de pequenos pelágicos.

O canibalismo de ovos foi proposto como um mecanismo que determina o limite máximo de densidade de uma população e autorregula a abundância da população de uma determinada espécie (Alheit, 1987; Szeinfeld, 1991; Pájaro *et al.*, 2007; Bachiller *et al.*, 2015). Pois regula a sobrevivência dos ovos em função da densidade de ovos na coluna de água (Valdés *et al.*, 1987). Por outro lado, tal como acima referido a predação *intraguild* é normalmente associado a um mecanismo de regulação da biomassa de espécies competidoras (Bachiller *et al.*, 2015). Não só mecanismos de dispersão e de *bottom-up* mas também a importância das interações entre predador-presa são sempre um tópico importante na área de estudos pesqueiros (Bachiller *et al.*, 2015), especialmente em pequenos peixes pelágicos com grande importância comercial. Como referido anteriormente, pequenos pelágicos como a sardinha e o biqueirão possuem estratégias distintas de reprodução, optando por uma estratégia tipo *capital breeding* ou *income breeders*, desta forma a predação de ovos pode tornar-se uma alternativa à obtenção de energia. Segundo Pájaro *et al.* (2007) para além da predação *intraguild* de ovos de biqueirão ser elevada, o próprio canibalismo aquando da escassez de alimento pode ser uma fonte chave para a obtenção de energia necessária à reprodução (tendo verificado valores >90% da energia diária para a reprodução de *Engraulis anchoita* ao longo da costa Argentina).

Ao comparar-se a predação de ovos entre diferentes zonas, verifica-se uma discrepância de resultados no que diz respeito ao impacto da predação de ovos na mortalidade de uma espécie (Tabela 1.1). Na Península Ibérica ovos de peixes foram identificados como uma componente da dieta de alguns peixes pelágicos, como a cavala e a sardinha (Garrido *et al.*, 2015b), especialmente ovos de sardinha na dieta da sardinha (canibalismo) em alturas de menor produtividade como o Inverno e na costa sul de Portugal (Garrido *et al.*, 2008b). No Golfo da Biscaia (Bachiller *et al.*, 2015) também se registou uma elevada predação de ovos de biqueirão por parte da sardinha, considerando como predação *intraguild*. Por outro lado, estudos como Costalago *et al.* (2012) e Nikolioudakis *et al.* (2012) demonstraram uma reduzida predação de ovos no Mediterrâneo. Segundo Garrido & van der Lingen (2014) a estratégia de alimentação particulada (seletiva) usada para predação de ovos, é a estratégia dominante na região do Mediterrâneo, no entanto, a reduzida percentagem de ovos dentro dos estômagos pode dever-se a um

mecanismo dependente da densidade de ovos ou por uma estratégia oposta de migrações verticais dos pequenos pelágicos. Segundo Garrido *et al.* (2007), as sardinhas no Atlântico movem-se para a superfície ao amanhecer permanecendo na superfície durante o dia, podendo-se alimentar dos ovos com flutuabilidade positiva colocados no fundo da coluna de água durante a noite (Garrido & van der Lingen, 2014).

Noutra espécie de biqueirão (*E. anchoita*) verificou-se que existe uma relação entre a taxa de consumo de ovos e a densidade de ovos planctónicos (Pájaro *et al.*, 2007), existindo uma diminuição do canibalismo de ovos com uma baixa densidade destes na coluna de água e um aumento do canibalismo com o aumento de ovos. Também Pájaro *et al.* (2007) verificou que o fator ambiental que mais influenciou o canibalismo de ovos foi a quantidade e qualidade do alimento disponível, visto que o canibalismo tende a aumentar com a diminuição da disponibilidade e qualidade das presas.

Diversos estudos foram realizados sobre a predação *intraguild* e canibalismo de ovos, no entanto a maioria não se situa na região do Noroeste do Atlântico, analisando ou espécies familiares aos pequenos peixes pelágicos em estudo ou dirigindo-se apenas a uma espécie de ovos, focando-se nas relações predador-presa e ignorando as relações entre competidores (Tabela 1.1). Por outro lado, estudos mais antigos podem também possuir algumas discrepâncias, quando equiparados os seus resultados com estudos mais recentes, muitas vezes devido a metodologias aplicadas. Bachiller *et al.* (2015), ao estudar a predação de ovos de biqueirão, definiu que para se estudar a predação *intraguild* de ovos é necessário ter em conta quatro fatores: (1) o método usado na definição do peso do predador, (2) as estimativas do rácio de evacuação gástrica, (3) a duração do tempo de alimentação e (4) a biomassa total do predador.

Tabela 1.1- Sumário de estudos realizados sobre a percentagem de predação de ovos de sardinha e biqueirão, pelas diferentes espécies de sardinha e biqueirão. Resultados apresentados em percentagem da mortalidade total de ovos resultante de canibalismo ou predação *intraguild*. Exceção no artigo Ward, T. M., 2008, onde os valores são apresentados em % da dieta constituída por ovos.

Artigo	Região Geográfica	Espécie em estudo	Tipo de Ovos	Predação pela sardinha	Predação pelo Biqueirão
Bachiller 2015	Golfo da Biscaia	<i>E. encrasicolus</i> / <i>S. pilchardus</i>	<i>E. encrasicolus</i>	33%	4%
Bachiller 2012	Golfo da Biscaia	<i>E. encrasicolus</i> / <i>S. pilchardus</i>	<i>E. encrasicolus</i>	14-48%	2%
Garrido 2008	Portugal	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. pilchardus</i>	30%	-
Ward 2008	Austrália	<i>S. sagax</i>	<i>S. sagax</i>	3,7% (da dieta)	0,1% (da dieta)
Pájaro 2007	Argentina	<i>E. anchoita</i>	<i>E. anchoita</i>	-	33.4%
Gennotte 2007	Mar Egeu	<i>E. encrasicolus</i>	<i>E. encrasicolus</i>	-	3%
van der Lingen 2002	África do Sul	<i>S. sagax</i>	<i>E. encrasicolus</i>	22%	-
Pájaro 1998	Argentina	<i>E. anchoita</i>	<i>E. anchoita</i>	-	27%
Valdés Szeinfeld 1991	África do Sul	<i>E. encrasicolus</i> / <i>S. ocellatus</i>	<i>E. encrasicolus</i>	56%	6%
Valdés Szeinfeld 1987	África do Sul	<i>E. encrasicolus</i>	<i>E. encrasicolus</i>	-	70%
Alheit 1987	Peru	<i>E. ringens</i> / <i>S. sagax</i>	<i>E. ringens</i>	-	22%
Santander 1983	Peru	<i>E. ringens</i> / <i>S. sagax</i>	<i>E. ringens</i>	-	10%
Hunter & Kimbrell 1980/ MacCall 1981	Califórnia	<i>E. mordax</i>	<i>E. mordax</i>	-	32%

Neste tipo de estudos uma das dificuldades pode passar pela identificação dos ovos de peixe, pela variedade e possíveis semelhanças entre eles. Desta forma vários estudos ao nível de ecologia trófica focam-se na análise e comparação de ovos de peixe de sardinha e biqueirão, pela sua singularidade; acabando por não analisar outros ovos de diferentes espécies, como por exemplo a cavala, pela dificuldade de identificação. Os ovos de biqueirão, como *E. encrasicolus* possuem uma forma típica, entre elipsoidal e oval (Frimodt, 1997). Os ovos de sardinha, como *S. pilchardus* possuem uma forma esférica, apresentando um diâmetro médio de 1,5mm (Coombs *et al.*, 2004).

1.7. Objetivos

Este estudo pretende aumentar o conhecimento sobre o potencial de competição e predação de ovos e larvas por parte de três espécies de peixes pelágicos costeiros de grande importância para as pescarias ibéricas, nomeadamente a sardinha, o biqueirão e a cavala (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus* e *Scomber colias*, respetivamente). Os objetivos específicos deste estudo são:

- Descrever a dieta da sardinha, biqueirão e cavala em águas Atlanto-Ibéricas, avaliando a potencial sobreposição entre dietas e competição entre as espécies, avaliando a variabilidade para diferentes estados de maturação e estações do ano.
- Estudar a incidência dos ovos na dieta de sardinhas, biqueirões e cavalas em função da distribuição, estado de maturação e época do ano e estimar o impacto da predação de ovos, por canibalismo ou predação *intraguild* na mortalidade natural de ovos de sardinha e biqueirão.

CAPÍTULO 2 MÉTODOS

2.1. Projeto Sardinha 2020

Este trabalho foi inserido no projeto SARDINHA2020. O projeto designado “SARDINHA 2020 – Abordagem Ecosistémica para a gestão da pesca da sardinha” financiado pelo Mar 2020 e liderado pelo IPMA possui como área de estudo a Costa Portuguesa e pretende desenvolver um Plano de Gestão para a pesca do cerco alinhado com as diretrizes da Política Comum da Pesca e da Diretiva Quadro da Estratégia Marinha, assente nos princípios de sustentabilidade dos recursos pesqueiros, de revitalização da biodiversidade do habitat pelágico e de exploração otimizada considerando a rentabilidade económica do setor.

Sendo um projeto de carácter multidisciplinar e integrador, estende-se por diversas áreas com inúmeras metodologias. Resumidamente, estes são os principais objetivos e atividades do projeto SARDINHA 2020, propostas pelo IPMA ao Comité de Acompanhamento do MAR 2020:

1. Identificação das variáveis ambientais discriminantes para a biologia, distribuição, abundância e recrutamento dos peixes pelágicos costeiros (sardinha, carapau, cavala e biqueirão) e desenvolvimento de modelos que permitam estudar e prever essa influência;
2. Determinação de taxas de mortalidade, de crescimento e de reprodução da sardinha em função da variação de variáveis oceanográficas, da disponibilidade alimentar, da interação trófica e da influência de parasitas e poluentes, para parametrizar os diversos modelos;
3. Determinação da distribuição, identidade e conectividade das populações numa perspetiva multiespecífica e ecosistémica e desenvolvimento de modelos do ecossistema para avaliar o impacto das relações interespecíficas e da pesca na dinâmica conjunta dos mananciais de peixes pelágicos;
4. Caracterização das componentes sociais, económicas e biológicas da pesca do cerco e da indústria conserveira e avaliação da interação e influência mútua entre as várias componentes;
5. Avaliação dos mananciais e determinação de pontos biológicos de referência para as principais espécies da comunidade pelágica da costa portuguesa focando nas de maior importância para a pesca do cerco, como a cavala e o biqueirão.

Dentro dos diversos objetivos deste projeto, esta dissertação inclui-se no tópico “A3: Mortalidade Natural”, que pretende obter taxas de mortalidade das várias fases de desenvolvimento (de ovos a adultos) dos peixes pelágicos, em função: da variação de parâmetros oceanográficos, de disponibilidade alimentar e de predação e contaminantes.

2.2. Área de estudo

2.2.1. Definição e divisão da área de estudo

Este estudo foca-se na ecologia trófica dos mananciais ibéricos de sardinha, biqueirão e cavala. Assim, foi definida como área de estudo a subdivisão 9a definida nas ecorregiões do ICES (Conselho Internacional para a Exploração do Mar). Esta subdivisão engloba toda a costa continental portuguesa, estendendo-se desde a costa da Galiza até ao final do Golfo de Cádiz, mais precisamente o estreito de Gibraltar. O presente estudo foi realizado entre o norte de Portugal e o sul de Espanha (mais precisamente o Golfo de Cádiz).

Para se interpretar os dados da presente dissertação, a área de estudo foi dividida em quatro regiões geográficas, tendo por base as divisões efetuadas pela Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e

do Conselho, de 17 de junho, alterada pela Diretiva (UE) 2017/845 da Comissão, designada por Diretiva Quadro Estratégia Marinha (DQEM), que divide o litoral da subdivisão do continente em três grandes áreas. As três primeiras regiões dizem respeito à costa portuguesa, de acordo com a DQEM e a quarta região criada é exclusiva à Costa Espanhola. A primeira divisão estende-se entre Caminha até ao paralelo que passa por Pedrógão ($39^{\circ}55'06''N$), sendo denominada neste estudo de zona OCN (ocidental norte). A segunda divisão, inicia-se em Pedrógão e prolonga-se até ao Cabo de São Vicente ($37^{\circ}01'15''N$), apelidada de zona OCS (ocidental sul). A terceira zona estende-se entre o Cabo São Vicente até à fronteira com Espanha (Vila Real de Santo António), no entanto ao contrário da DQEM que denomina de Zona sul, neste estudo é designada de zona do Algarve (com sigla ALG). A quarta e última região definida diz respeito à parte Espanhola do Golfo de Cádiz, estendendo-se da foz do Guadiana até o Estreito de Gibraltar e neste estudo é denominada de zona de Cádiz (com sigla CAD).

2.2.2. Recolha de amostras

Neste estudo escolheram-se três espécies de peixes pelágicos costeiros: a sardinha, o biqueirão e a cavala uma vez que estudos passados demonstraram alguma sobreposição trófica e maior incidência de predação de ovos (Garrido *et al.*, 2015b) e pelo elevado valor socioeconómico.

Para caracterizar a dieta e a ingestão de ovos por parte dos pequenos pelágicos (sardinhas, biqueirões e cavalas) em diferentes épocas do ano e ao longo da costa Atlanto-Ibérica, recolheram-se amostras em campanhas oceanográficas realizadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) e pelo *Instituto Español de Oceanografía* (IEO). Todas as amostras foram recolhidas no ano de 2018, na primavera e no outono, de modo a cobrir diferentes épocas de reprodução, em especial a postura da sardinha (*Sardina pilchardus*) no Inverno e a postura do biqueirão (*Engraulis encrasicolus*) na primavera/verão (Millán, 1999; Stratoudakis *et al.*, 2007).

Recolheram-se amostras de peixes na campanha PELAGO 18, que se realizou na primavera de 2018 (Figura 2.1), com início a 26 de Abril e final a 25 de Maio. A campanha PELAGO é uma campanha de

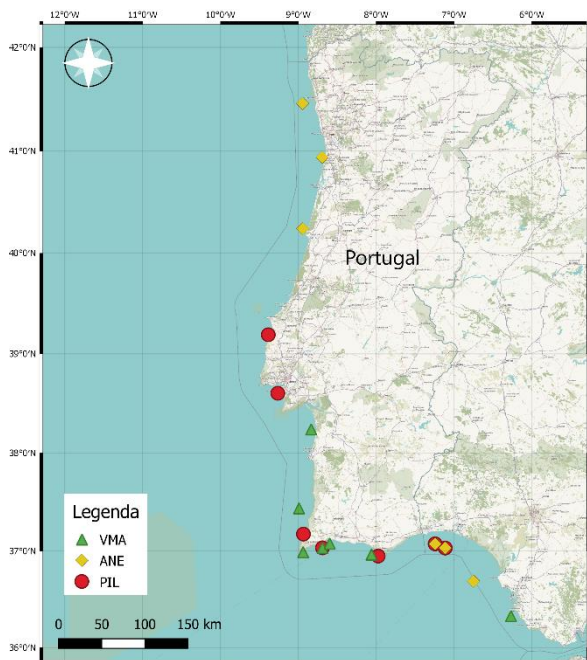


Figura 2.1. Mapa da costa continental Portuguesa e Golfo de Cádiz, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas durante campanha PELAGO18.

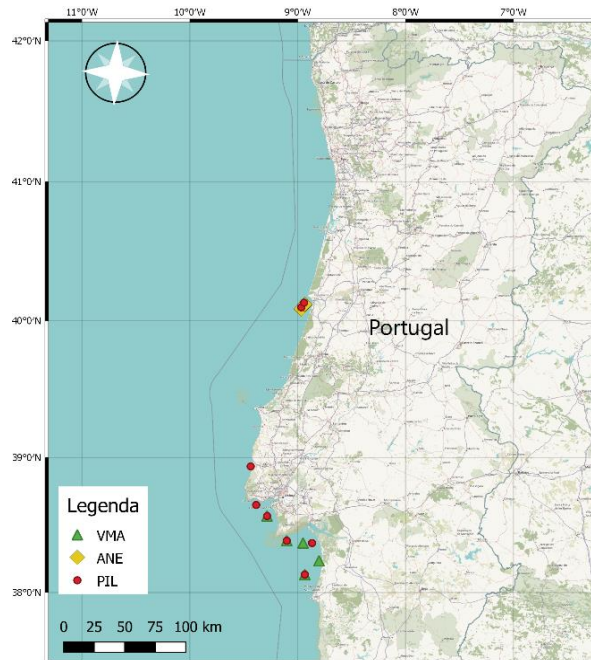


Figura 2.2. Mapa da costa continental Portuguesa, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas durante a campanha Iberas18.

rastreio acústico anual que cobre a plataforma continental portuguesa e Golfo de Cádiz. Realizou-se no NI “Noruega”, no entanto algumas das amostras também foram obtidas por cercadoras, que acompanharam a campanha de investigação ao longo da costa portuguesa com o objetivo de complementar a validação dos ecos acústicos dos vários cardumes. Esta campanha possui como principais objetivos a determinação da abundância e distribuição espacial de peixes pelágicos, com principal ênfase na sardinha e biqueirão. Assim pretende estimar a biomassa e o respetivo recrutamento, de modo a fornecer dados para aconselhamento e estabelecimento de quotas anuais.

Foram obtidas amostras de peixes pelágicos na campanha IBERAS 2018 (Figura 2.2) durante o outono (2 a 18 de Novembro) e que se realizou entre a costa ocidental norte (OCN) e sul (OCS) de Portugal. Esta campanha, anteriormente denominada JUVESAR, de 2013 a 2017 quando realizada pelo IPMA, é atualmente realizada pelo IEO (Instituto Español de Oceanografía) com participação do IPMA. Esta é uma campanha de estimação acústica de juvenis de sardinha.

Por último recolheram-se amostras de peixes pelágicos na campanha ECOCADIZ 18 que se realizou de 17 a 28 de Outubro (Figura 2.3) ao longo da plataforma continental do Golfo de Cádiz e todo o sotavento algarvio (até ao Cabo de São Vicente). Esta campanha espanhola é liderada pelo IEO e efetuada no Navio Oceanográfico “Miguel Oliveira”. Tal como a PELAGO 18 é uma campanha de rastreio acústico de peixes pelágicos com ênfase na sardinha e biqueirão, servindo atualmente para fornecer dados para o aconselhamento do manancial de biqueirão.

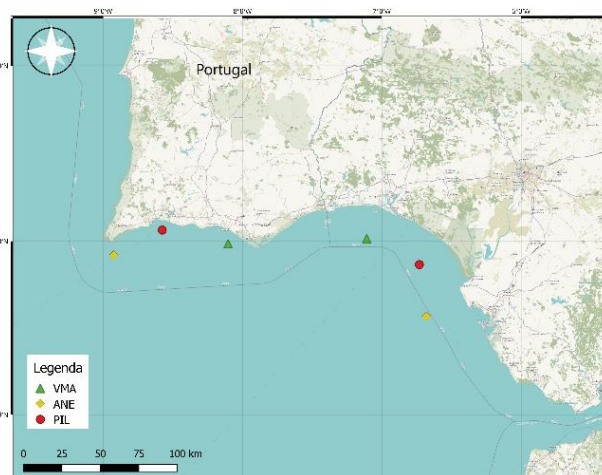


Figura 2.3. Mapa do sul de Portugal e Golfo de Cádiz, com os locais de captura de cavala (verde), biqueirão (amarelo) e sardinha (vermelho), realizadas durante a campanha ECOCADIZ18.

A Tabela 2.1 engloba todos os peixes pelágicos analisados das três campanhas de investigação. Em média foram analisados 15 indivíduos adultos e 15 indivíduos juvenis de cada uma das espécies em estudo (sardinhas, biqueirões e cavalas) para cada estação do ano e zona, embora nem sempre tenha sido possível por falta de disponibilidade de peixes em determinados casos (Tabela 2.1).

Na primeira campanha (PELAGO 18), foram analisados os conteúdos estomacais de 122 sardinhas, 95 biqueirões e 121 cavalas recolhidos ao largo da costa portuguesa e no Golfo de Cádiz. Na segunda campanha (ECOCADIZ 18) foram analisados os conteúdos estomacais de 30 sardinhas, 30 biqueirões e 30 cavalas recolhidos no Golfo de Cádiz. Na terceira campanha (IBERAS 18) foram analisados os conteúdos estomacais de 120 sardinhas, 30 biqueirões e 75 cavalas recolhidos na costa ocidental da Península Ibérica. No total das 3 campanhas foram analisados 653 peixes.

Todos os indivíduos foram capturados durante o dia e através de três artes de pesca. Maioritariamente através de arrasto pelágico e uma pequena parte através de arrasto de fundo, nos navios de investigação. Durante a campanha de investigação PELAGO18 algumas amostras foram recolhidas através da pesca de cerco, por cercadoras que acompanharam a campanha na costa portuguesa.

Tabela 2.1. Número de sardinhas (PIL), biqueirões (ANE) e cavalas (VMA) analisadas. Dados referentes às três campanhas de investigação (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuvesar18), com a respetiva estação do ano, estado de maturação e zona de captura.

Cruzeiro	Estação	Espécie	Estado de Maturação	Zona			
				OCN	OCS	ALG	CAD
Pelago18	Primavera	PIL	Adulto	15	34	7	0
			Juvenil	20	0	10	36
		ANE	Adulto	25	0	0	15
			Juvenil	21	0	0	34
		VMA	Adulto	0	0	12	16
			Juvenil	0	12	81	0
Ecocadiz18	Outono	PIL	Adulto			0	0
			Juvenil			15	15
		ANE	Adulto			15	15
			Juvenil			0	0
		VMA	Adulto			15	15
			Juvenil			0	0
IberasJuvesar18	Outono	PIL	Adulto	15	60		
			Juvenil	30	15		
		ANE	Adulto	30	0		
			Juvenil	0	0		
		VMA	Adulto	0	15		
			Juvenil	0	60		
TOTAL				653			

2.3. Amostragem biológica

2.3.1. Preparação e filtração dos estômagos

A maioria dos peixes selecionados foram congelados imediatamente após a captura, para análise em laboratório. Uma pequena parte foi processada diretamente no navio, tendo-se congelado apenas o estômago para posterior análise. A metodologia aplicada foi a mesma nos dois casos, realizando-se uma amostragem biológica a todos os peixes recolhidos. Esta consistiu na medição do comprimento total utilizando um ictiómetro (0,1cm), determinou-se o peso total de cada peixe e posteriormente o peso eviscerado, através de uma balança de precisão 572-37 Kern (precisão de 0,01g). Removeram-se as gónadas (pesadas na mesma balança), foi identificado o sexo de cada peixe e caracterizado o estado de maturação de cada gónada (*Manual de Amostragem Biológica de Sardinha*, 2009). Posteriormente foram removidos os estômagos, sendo guardados inteiros (estômago cardíaco e pilórico com respetivo esófago e intestino) em sacos individuais, catalogados e conservados a uma temperatura de -20°C.

Numa segunda fase os estômagos inicialmente congelados foram descongelados e imediatamente pesados (cheios e vazios) bem como o seu respetivo conteúdo estomacal, numa balança Sartorius Analítica BP61S (0,0001g). Para a amostragem apenas se considerou e analisou o estômago cardíaco, deixando de parte o conteúdo do esófago, estômago pilórico e intestino devido às diferentes taxas de digestão das presas e tempo destas ao longo dos intestinos. De seguida o conteúdo estomacal foi diluído e crivado através de um filtro de 200µm para separar organismos de maiores dimensões (maioria zooplâncton) de menores dimensões (maioria fitoplâncton), com água destilada. As respetivas diluições foram registadas para possível extrapolação dos dados do conteúdo estomacal. Para evitar contaminações o crivo foi sempre lavado à priori com água destilada. As amostras foram guardadas e rotuladas em frascos separados por >200µm ou <200µm, para posterior identificação dos organismos presentes nos conteúdos estomacais dos peixes pelágicos.

2.3.2. Análise de conteúdos estomacais

- Análise de presas ictioplanctónicas:

De modo a identificar e quantificar todos os ovos de peixe nos conteúdos estomacais, a porção >200µm dos conteúdos estomacais foi analisada individualmente, na sua totalidade (N=653), numa lupa estereoscopia Olympus SZX12 (zoom 90x). Todos os ovos identificados foram agrupados em três categorias: ovos de sardinha (*Sardina pilchardus*), ovos de biqueirão (*Engraulis encrasicolus*) e ovos de peixe não identificados. Os ovos de *E. encrasicolus* foram caracterizados pela sua típica forma entre elipsoidal e oval (Frimodt, 1997). Já os ovos de *S. pilchardus* possuem uma forma esférica, apresentando um diâmetro médio de 1,5mm (Coombs *et al.*, 2004). Todos os outros ovos apresentaram uma forma esférica e em média com diâmetros de cerca de 900 µm, metade do tamanho dos ovos de *S. pilchardus*, sendo por isso englobados no terceiro grupo (ovos não identificados).

- Amostragem de presas zoo- e fitoplanctónicas:

Após a quantificação individual dos ovos de peixe nos estômagos, os conteúdos estomacais foram agrupados entre peixes pelágicos da mesma espécie provenientes do mesmo lance e com comprimentos idênticos para a identificação de zooplâncton e fitoplâncton. Para quantificação das presas nos estômagos procedeu-se de duas formas diferentes para a porção >200 µm e <200 µm. Para as amostras >200 µm, a identificação foi realizada através da mesma lupa estereoscopia usada para a contagem de ovos (Olympus SZX12), colocando uma pequena percentagem do conteúdo estomacal (previamente diluído em água destilada) numa câmara de contagem de vidro e identificados em média os primeiros 150 indivíduos contabilizados (valor variável dependendo da riqueza da amostra). A percentagem de volume do conteúdo estomacal analisado foi registada de modo a poder-se efetuar posteriormente uma extrapolação para o total da amostra.

As amostras <200 µm foram analisadas num microscópio de inversão (zoom 400x), onde uma pequena percentagem do conteúdo estomacal diluído e analisado numa câmara de Utermohl. O volume analisado foi registado para posterior extrapolação para o total da amostra. Todos os organismos foram identificados até ao mais baixo nível taxonómico possível.

2.5. Análise estatística

Para separar os indivíduos entre adultos e juvenis utilizou-se o tamanho médio da primeira maturação (L50). Sendo por isso definidos como juvenis quando menores que L50 e adultos quando superiores. Os valores de L50 foram retirados da bibliografia, sendo 12cm para *E. encrasicolus* (Millán, 1999) e 22cm para *S. colias* (Vasconcelos *et al.*, 2012). Apesar de Silva *et al.* (2006) definir com 15cm o L50 para *S. pilchardus* da costa oeste e sul da Península Ibérica, neste estudo de modo a permitir comparações, estabeleceu-se 16cm como o L50, tal como Garrido *et al.* (2015b) uma vez que estudos prévios demonstram que ao longo da ontogenia da sardinha, existe uma mudança de dieta na classe dos 18cm (Bode *et al.*, 2003).

Para estimar a condição nutricional dos peixes foi calculado o Índice de Condição de Fulton (K), através do peso total de cada peixe e do seu respetivo comprimento total. Considerou-se o comprimento total, a distância desde a ponta da boca até aos raios mais compridos da barbatana caudal (excluindo filamentosos), quando os lobos da barbatana caudal estão alinhados com o eixo principal do corpo. O índice foi obtido segundo a equação:

$$K = 100 \times \frac{\text{Peso Total}}{\text{Comprimento Total}^3} \quad 2.1$$

É adicionado o fator 100 ao índice de Fulton para permitir a aproximação dos resultados à unidade, tal como descrito por (Froese, 2006).

Estimou-se o Índice Gonadosomático (IGS) através do peso das gónadas removidas em laboratório e do respetivo peso total de cada peixe, com a equação:

$$IGS = \frac{\text{Peso da Gónada}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad 2.2$$

Para estimar a intensidade de alimentação é seguido o método descrito em Garrido *et al.* (2008) em que a intensidade de alimentação (de sigla inglesa FI “Feeding Intensity”) foi calculada através da equação:

$$FI = \frac{\text{Peso do conteúdo estomacal}}{\text{Peso total} - \text{peso das gónadas}} \times 100 \quad 2.3$$

Tal como Garrido *et al.* (2008), a intensidade de alimentação foi padronizada de modo a contabilizar a diferença dos tamanhos dos estômagos em relação ao tamanho dos peixes.

Todas as presas foram classificadas ao menor nível taxonómico possível e posteriormente agrupadas em grupos taxonómicos. Tal como descrito em Garrido *et al.* (2015b) e Garrido *et al.* (2008), o conteúdo de carbono foi estimado para determinar a importância relativa das presas para o aporte energético da dieta. Utilizaram-se equações que relacionam o tamanho e tipo das presas com o seu conteúdo carbónico, nomeadamente Smayda (1978) para fitoplâncton, Huntley & Lopez (1992) para ovos de crustáceos, Lindley (1998) para decápodes, Verity & Langdon (1984) para tintinídeos Van der Lingen (1998) para náuplios de crustáceos, copépodes e cladóceros e Napier (1993) para ovos de peixes. Calculou-se, através do número de presas por estômago e do conteúdo de carbono médio por presa retirado da bibliografia acima descrita, o carbono total de cada presa por estômago e consequentemente a percentagem da contribuição em carbono de cada presa para a dieta dos peixes pelágicos.

O número de presas por estômago foi obtido dividindo o número de presas identificadas em cada estômago pelo número de estômagos agrupados. Para determinar a diversidade de espécies existente dentro dos estômagos dos peixes pelágicos, recorreu-se a dois métodos. Primeiramente o cálculo de riqueza de espécies, obtido através o número de espécies de presas encontradas em cada grupo de estômagos analisado. Em segundo lugar, calculou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = \sum_{i=1}^R p_i \ln(p_i) \quad 2.4$$

onde R é o número de tipo de presas dentro dos estômagos analisados e p_i é a abundância relativa de um determinado tipo de presa (i).

Seguindo mais uma vez a metodologia aplicada por Garrido *et al.* (2015b) e definida por Linton *et al.* (1981), estimou-se a sobreposição das dietas dos diferentes peixes pelágicos analisados, usando o Índice de Schoener's (S), definindo-se por:

$$S = 1 - 0.5 \sum_{i=1}^n |C_{iA} - C_{iB}| \quad 2.5$$

onde C_{iA} e C_{iB} são a contribuição relativa para o conteúdo de carbono total de cada tipo de presa (i) na dieta do peixe A e B, respetivamente. Os valores oscilam entre 0 e 1, desde a não sobreposição da dieta

até ao valor máximo 1 onde existe a mesma proporção de todos os recursos alimentares nas dietas de diferentes peixes. Segundo Wallace & Ramsay (1983), apenas os valores superiores a 0,6 são considerados significantes na sobreposição de dietas.

Um Modelo Linear Geral Univariado (GLM). foi usada nos resultados dos índices de Fulton, Shannon-Wiener e na intensidade de alimentação, de modo a aferir diferenças entre as três espécies, estações do ano, estado de maturação e zonas de captura. Um teste de Tukey à posteriori foi utilizado para identificar entre que níveis de cada fator existiam diferenças significativas.

O número de ovos por estômago foi obtido através da soma de todos os ovos dentro dos conteúdos estomacais de um grupo a dividir pelo número de estômagos desse grupo. Consequentemente a frequência de ocorrência também foi determinada pelo número de estômagos que continham ovos a dividir pelo número total de estômagos. Como já em cima mencionado, os grupos foram estipulados através dos quatro fatores (espécie, estação do ano, estado de maturação e zona).

De modo a avaliar a contribuição de fitoplâncton e zooplâncton em função da contribuição dos ovos para a dieta dos peixes pelágicos utilizou-se um modelo de regressão linear entre o total de conteúdo carbónico de ovos em relação ao conteúdo total de carbono de presas de fito e zooplâncton.

Para estimar o consumo total de ovos por cada espécie pelágica, seguiu-se a metodologia de Bachiller *et al.* (2015), baseada na equação original de Hunter and Kimbrell (1980) e modificada por MacCall (1981), com a equação de estimativa de consumo de ovos:

$$C = EE \times g \times t \quad 2.6$$

onde EE é igual ao número médio de ovos ingerido por quilo de peixe, g é igual à taxa de evacuação gástrica e t, a duração da alimentação. Os valores referentes à taxa de evacuação gástrica são baseados na literatura, nomeadamente para a *Sardina pilchardus* ($g = 0,2105h^{-1}$) foi retirado de Nikolioudakis *et al.* (2011), para o *Engraulis encrasicolus* ($g = 0,423h^{-1}$) proveniente de Tudela & Palomera (1995) e para a *Scomber colias* ($g = 0,0328h^{-1}$) foi aplicado o mesmo método de Bachiller *et al.* (2015) usando valores definidos para *Scomber scombrus* por Darbyson *et al.* (2003). A duração da alimentação (t) foi definida em 10h, valor correspondente à média do número de horas de luz por dia entre as 3 campanhas (Pelago18, Iberas18 e Ecocadiz18).

A última análise realizada diz respeito à percentagem de ovos de biqueirão e sardinha predados por dia, por estas duas espécies na costa portuguesa e Golfo de Cádiz, de modo a aferir o possível impacto do canibalismo e predação *intraguild* entre estas duas espécies. Esta análise foi apenas focada nestas duas espécies e os seus ovos, não tendo sido realizadas estimativas referentes à predação de ovos por parte da cavala. Tanto pela dificuldade de identificação de ovos de *S. colias*, como por possíveis lacunas nas estimativas de abundância e distribuição desta espécie. Isto porque, ao contrário da sardinha e o biqueirão, que tanto em Portugal e Espanha possuem campanhas de rastreio acústico anuais, a cavala não possui avaliações anuais dedicadas ao seu manancial. Desta forma definiu-se que a percentagem de ovos predados por dia numa determinada zona é igual ao consumo de ovos diário (da espécie predadora) por zona vezes 100 a dividir pela fecundidade diária (da espécie respetiva dos ovos predados).

Assumindo que o biqueirão e a sardinha, apresentam taxas de evacuação gástricas não muito distintas, segundo Garrido *et al.*, (2008) uma sardinha completa a digestão de ovos em aproximadamente 2h. Considerando que tanto a sardinha como o biqueirão adotam uma alimentação particulada para predarem ovos de peixe (Garrido *et al.*, 2007), define-se o tempo de alimentação como a duração do dia, visto que estas precisam da disponibilidade de luz para visualizarem e predarem ovos, numa alimentação seletiva.

Ao ter-se estabelecido como 10h a duração de alimentação, equivalente ao número de horas de luz por dia e sabendo que estas demoram aproximadamente 2h a digerir os ovos, conclui-se que uma sardinha ou biqueirão é capaz de predar por dia pelo menos 5 vezes o número médio de ovos estimados nos conteúdos estomacais. Assim, definiu-se que o consumo de ovos diário por zona (de biqueirão ou sardinha) é igual ao consumo de ovos de um indivíduo por dia (média do número de ovos por estômago vezes 5) vezes a sua abundância nessa determinada zona (costa ocidental norte, costa ocidental sul, Algarve e Cádiz).

A fecundidade diária foi obtida através de valores teóricos de fecundidade específica diária vezes a abundância de indivíduos adultos (indivíduos com capacidade de se reproduzir) a dividir por 2 (assumindo uma população mais ou menos homogénea entre indivíduos adultos machos e fêmeas). Em termos de valores teóricos, definiu-se a fecundidade específica diária do biqueirão de 70 ovos/ gr de fêmea/ dia e a fecundidade da sardinha em 16,65 ovos/ gr de fêmea/ dia (estes valores são posteriormente influenciados pelo peso médio das fêmeas de biqueirão e sardinha, entre as diferentes zonas e estações do ano).

Os cálculos acima descritos, permitiram estimar a percentagem de ovos predados por dia, no entanto existia uma possibilidade de os valores obtidos por esta metodologia estarem sobrestimados. Apesar de autores como Hunter & Kimbrell (1980), Alheit (1987) e Valdés *et al.* (1987) estabelecerem esta metodologia padrão e mesmo que autores como Bachiller *et al.* (2015) tenha explicado os possíveis erros de diferentes metodologias aplicadas nestes tipos de cálculos. Existe um possível erro inerente nestas estimativas que passa por considerar uma distribuição homogénea ao longo da costa dos predadores e dos ovos, assumindo que ao longo da área de estudo existe sempre uma sobreposição entre o predador e os ovos.

Para poder minimizar os possíveis valores sobrestimados, desenvolveu-se uma metodologia de estatística espacial para obter uma aproximação aos valores reais de sobreposição entre os predadores e os ovos ao longo da costa portuguesa e Golfo de Cádiz. Em primeiro lugar, através de dados dos rastreios acústicos das campanhas de investigação e os respetivos dados das suas CUFES (*Continuous Underway Fish Egg Sampler*) criaram-se mapas de distribuição dos ovos de biqueirão e sardinha. Posteriormente sobrepuseram-se com os mapas de distribuição deste pequenos pelágicos na costa portuguesa e Golfo de Cádiz (exemplo anexo 6.7). Em segundo lugar, nestes mapas criou-se uma esquadria dividindo a área de estudo em quadriculas de 21,6km. Segundo Garrido et al. (2007) a velocidade de deslocação de uma sardinha em alimentação não seletiva é de aproximadamente 25cm/s, o que equivale a aproximadamente 21,6km a distância que uma sardinha pode percorrer num dia a alimentar-se. Em terceiro lugar, através dos dados resultantes dos mapas calculou-se para toda a área de estudo as percentagens de sobreposição entre o biqueirão e a sardinha e os seus ovos, obtendo para cada zona a percentagem de ovos sobreposta ao predador e vice-versa. Por último com os valores de sobreposição obtidos, conseguiu-se reduzir os valores de abundância de sardinha e biqueirão ao longo da costa, para apenas a percentagem de abundância destes sobreposta a ovos. Desta forma calculou-se de novo a percentagem de ovos de biqueirão e sardinha predados por dia na costa portuguesa e Golfo de Cádiz, mas desta vez com valores mais conservadores, considerando apenas uma parte da abundância de biqueirão e sardinha, equivalente à que efetivamente poderia ter a capacidade de predar os seus ovos.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

Ao longo dos resultados, os peixes pelágicos em estudo: a sardinha (*Sardina pilchardus*), o biqueirão (*Engraulis encrasicolus*) e a cavala (*Scomber colias*) estão representados pelos seus códigos FAO (PIL, ANE e VMA respetivamente). Para análise dos resultados, os dados dos peixes e respetivos estômagos foram separados em grupos, em função de quatro variáveis: espécie (PIL, ANE ou VMA), estação do ano (primavera ou outono), estado de maturação (juvenil e adulto) e zona de captura (sub-divisões ICES OCN-ocidental norte, OCS-ocidental sul, ALG-Algarve e CAD- Cádiz).

3.1. Amostras de estômagos

Um total de 653 estômagos foram analisados, em particular 272 estômagos de sardinha, 155 estômagos de biqueirão e 226 estômagos de cavala. Foram distribuídos em 48 grupos em função da estação do ano, espécie, estado de maturação e zona de captura. Devido à indisponibilidade de indivíduos nalguns desses grupos (por exemplo ausência de uma espécie numa determinada zona ou estação do ano), apenas 27 desses grupos encontram-se representados (Tabela 2.1).

O comprimento total dos peixes (média $\pm \sigma$) foi superior nas capturas realizadas no outono em relação às capturas na primavera, para as três espécies (Tabela 3.1). No total o comprimento médio das sardinhas corresponde a $18,97 \pm 1,15\text{cm}$ (adultos) e $12,86 \pm 2,81\text{cm}$ (juvenis); de biqueirão $13,23 \pm 1,30\text{cm}$ (adultos) e $10,57 \pm 0,65\text{cm}$ (juvenis) e de cavala $25,90 \pm 2,48\text{cm}$ (adultos) e $19,36 \pm 1,68\text{cm}$ (juvenis).

Tabela 3.1. Comprimento total médio (CT), em centímetros, com o respetivo desvio padrão (σ) de sardinha, biqueirão e cavala (PIL, ANE e VMA respetivamente). Os dados estão agrupados por estação do ano, estado de maturação e zona de captura (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

Estação	Espécie	Estado de Maturação	OCN		OCS		ALG		CAD	
			CT	σ	CT	σ	CT	σ	CT	σ
Primavera	PIL	Adulto	18,39	0,24	18,84	0,90	16,74	0,28	-	-
		Juvenil	12,00	0,48	-	-	13,72	0,17	8,70	0,82
	ANE	Adulto	12,52	0,25	-	-	-	-	12,25	0,28
		Juvenil	10,17	0,21	-	-	-	-	10,82	0,69
	VMA	Adulto	-	-	-	-	24,79	0,48	25,94	2,09
		Juvenil	-	-	20,17	0,28	18,53	1,71	-	-
Outono	PIL	Adulto	20,81	0,99	19,00	0,82	-	-	-	-
		Juvenil	14,76	1,09	13,86	0,40	15,53	1,11	15,96	0,79
	ANE	Adulto	13,08	0,97	-	-	15,71	0,71	13,21	0,89
		Juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-
	VMA	Adulto	-	-	27,42	0,26	22,60	1,02	28,51	1,72
		Juvenil	-	-	20,32	1,14	-	-	-	-

3.2. Condição nutricional e índice gonadosomático

3.2.1. Índice de Condição de Fulton (K)

Para averiguar a condição nutricional dos peixes capturados, recorreu-se ao cálculo do índice de condição de Fulton, com uma amostra de N=653. O peso total dos biqueirões variou entre 7,65gr e 24,80gr para os adultos e entre 5,01gr e 15,80gr para os juvenis, tendo o biqueirão um peso total médio (média $\pm \sigma$) de $11,50 \pm 4,07$ gr. O peso total das sardinhas variou entre 31,30gr e 104,00gr para os adultos e entre 3,26gr e 44,00gr para os juvenis, tendo a sardinha um peso total médio $37,60 \pm 23,73$ gr. O peso total das cavalas variou entre 63,95gr e 277,93gr para os adultos e 23,89gr e 82,00gr para os juvenis, tendo a cavala um peso total médio de $85,57 \pm 54,14$ gr.

O índice de condição de Fulton apresentou uma variação entre 0,31 e 1,20. A cavala obteve o valor máximo registado (1,20), com um valor médio do índice (média $\pm \sigma$) de $0,85 \pm 0,07$ para os adultos e $0,73 \pm 0,07$ para os juvenis. A sardinha apresentou um valor máximo de 1,09 com um valor médio de $0,85 \pm 0,08$ para os adultos e $0,74 \pm 0,09$ para os juvenis. O biqueirão apresentou um valor máximo de 0,89, com uma média de $0,57 \pm 0,07$ para os adultos e $0,67 \pm 0,09$ para os juvenis (Figura 3.1).

O índice de condição de Fulton variou na primavera entre 0,46 e 0,89 para o biqueirão, entre 0,61 e 1,09 para a sardinha, e 0,63 e 1,20 para a cavala. No outono registaram-se valores um pouco menores do índice de condição, variando entre 0,39 e 0,68 para o biqueirão; entre 0,31 e 1,05 para a sardinha e entre 0,59 e 0,94 para a cavala (Figura 3.1).

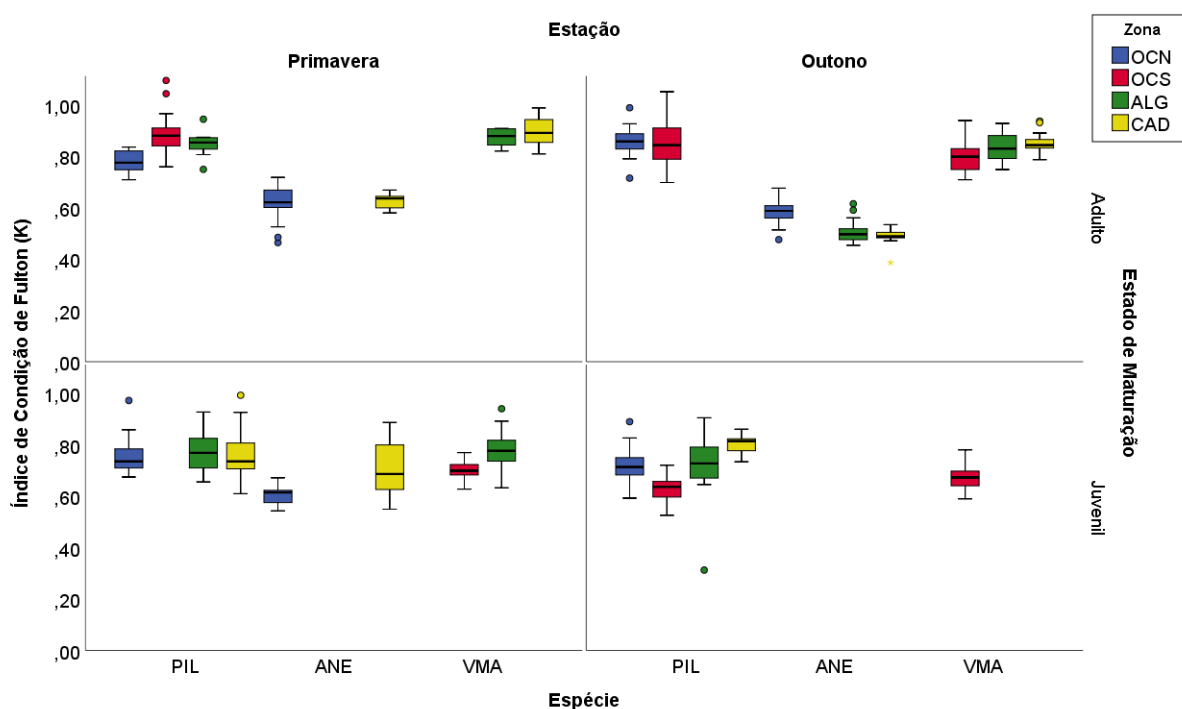


Figura 3.1. Índice de condição de Fulton de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.

Para investigar se existiam diferenças significativas do índice de condição de Fulton entre as várias espécies, estados de maturação, estações do ano e zonas utilizou-se um Modelo Linear Geral Univariado (GLM). No entanto devido à falta de representatividade em todos os grupos, apenas foram realizadas comparações entre os 27 grupos representados por indivíduos.

Verificaram-se diferenças significativas na zona OCN entre sardinhas adultas e juvenis, com os adultos a apresentarem um maior índice de condição ($p<0,001$, $R^2=0,359$, $N=80$), não sendo significativo a diferença entre estas sardinhas na primavera e no outono. Para averiguar diferenças entre as sardinhas das diversas zonas em estudo comparou-se em primeiro lugar, as sardinhas adultas das zonas OCN, OCS e Algarve ($p=0,013$, $R^2=0,103$, $N=131$), com as sardinhas de OCS a apresentarem um maior índice de condição do que os peixes de OCN ($p<0,019$). Em segundo lugar comparou-se as sardinhas juvenis das 4 zonas de estudo ($p<0,001$, $R^2=0,216$, $N=141$), com um teste de Tukey a demonstrar diferenças significativas entre a zona OCS e todas as outras zonas ($p<0,001$).

Para apurar diferenças entre os dois estados de maturação do biqueirão, comparou-se os biqueirões adultos e juvenis da primavera nas zonas OCN e Cádiz. A análise demonstrou diferenças significativas entre os dois estados de maturação, com os adultos a apresentarem um melhor índice ($p=0,060$, $R^2=0,265$, $N=95$) e entre as duas zonas, com OCN superior a Cádiz ($p=0,001$). Nos biqueirões adultos analisou-se as diferenças entre as zonas OCN, Algarve e Cádiz ($p<0,001$, $R^2=0,564$, $N=100$), verificando-se que os peixes de OCN apresentaram uma melhor condição, seguida de Cádiz e por último o Algarve (teste de Tukey $p<0,001$).

A análise entre estados de maturação da cavala foi realizada entre as cavalas adultas e juvenis, do Algarve na primavera e de OCS no outono. Verificaram-se diferenças significativas entre os dois estados de maturação, tendo os indivíduos adultos um maior índice de Fulton ($p<0,001$, $R^2=0,541$, $N=168$). Nas cavalas adultas analisou-se diferenças entre as zonas OCS, Algarve e Cádiz ($p<0,040$, $R^2=0,253$, $N=73$). O teste de Tukey revelou um menor índice de condição dos peixes da zona OCS em comparação com o Algarve ($p=0,03$) e em comparação com Cádiz ($p<0,001$). Nas cavalas juvenis comparou-se a zona OCS e o Algarve, com os indivíduos do Algarve a apresentarem um maior índice de condição do que na costa OCS ($p<0,001$, $R^2=0,462$, $N=153$).

Para analisar diferenças entre o biqueirão e a sardinha, em primeiro lugar comparou-se os indivíduos adultos mais juvenis da zona OCN, entre as duas estações. Observando-se diferenças significativas entre as duas espécies, com a sardinha a apresentar um índice superior ao biqueirão ($p<0,001$, $R^2=0,609$, $N=156$) mas não entre duas estações. Em segundo lugar comparou-se os indivíduos juvenis de Cádiz na primavera, verificando-se diferenças significativas, com a sardinha a apresentar um índice superior ao biqueirão ($p=0,024$, $R^2=0,059$, $N=70$).

Entre as sardinhas e as cavalas, analisou-se os indivíduos adultos mais juvenis, verificando-se diferenças significativas na zona OCS no outono ($p<0,001$, $R^2=0,239$, $N=150$), mas não no Algarve na primavera. Por último comparou-se biqueirões e cavalas adultas. Registando-se na primavera diferenças significativas em Cádiz ($p<0,001$, $R^2=0,902$, $N=31$) e no outono na zona do Algarve e Cádiz ($p<0,001$, $R^2=0,938$, $N=60$).

3.2.2. Índice Gonadossomático (IGS)

O índice gonadossomático recorre ao peso do peixe e das suas gónadas, permitindo dar informação sobre o ciclo sexual dos peixes. Foram estudadas as diferentes espécies capturadas em diferentes alturas do ano e zonas. Desta forma abrangeu-se várias épocas de reprodução das espécies de peixe, o que permitiu caracterizar os valores do índice gonadossomático.

O cálculo do índice gonadossomático, foi obtido através de um menor número de amostras em relação ao índice anterior ($N=229$). O peso das gónadas dos biqueirões variou entre 0,002gr e 1,19gr, com um peso médio das gónadas (média \pm σ) de $0,34 \pm 0,22$ gr. O peso das gónadas das sardinhas variou entre

0,01gr e 4,56gr com um peso médio de $0,58 \pm 0,68$ gr. O peso das gónadas das cavalas variou entre 0,01gr e 1,93gr com um peso médio de $0,34 \pm 0,35$ gr.

O índice gonadosomático apresentou uma variação entre 0,01 e 19,51. O biqueirão apresentou o valor máximo registado (19,51) com um valor médio do índice (média $\pm \sigma$) de $4,00 \pm 2,81$. A sardinha obteve um máximo de 5,93, com um valor médio de $1,35 \pm 1,26$. A cavala registou um máximo de 1,50 com um valor médio de $0,34 \pm 0,29$ (Figura 3.2).

Ao analisar-se o índice gonadosomático em função da estação do ano verificou-se que tanto o biqueirão como a cavala obtiveram maiores valores na primavera, enquanto a sardinha apresentou maiores índices no outono. A média do índice gonadosomático (média $\pm \sigma$) do biqueirão foi de $1,16 \pm 0,53$ no outono e $4,93 \pm 2,61$ na primavera. A cavala apresentou uma média de $0,12 \pm 0,11$ no outono e $0,38 \pm 0,29$ na primavera. Já a sardinha apresentou um valor médio de $1,72 \pm 1,41$ no outono e $1,00 \pm 1,01$ na primavera.

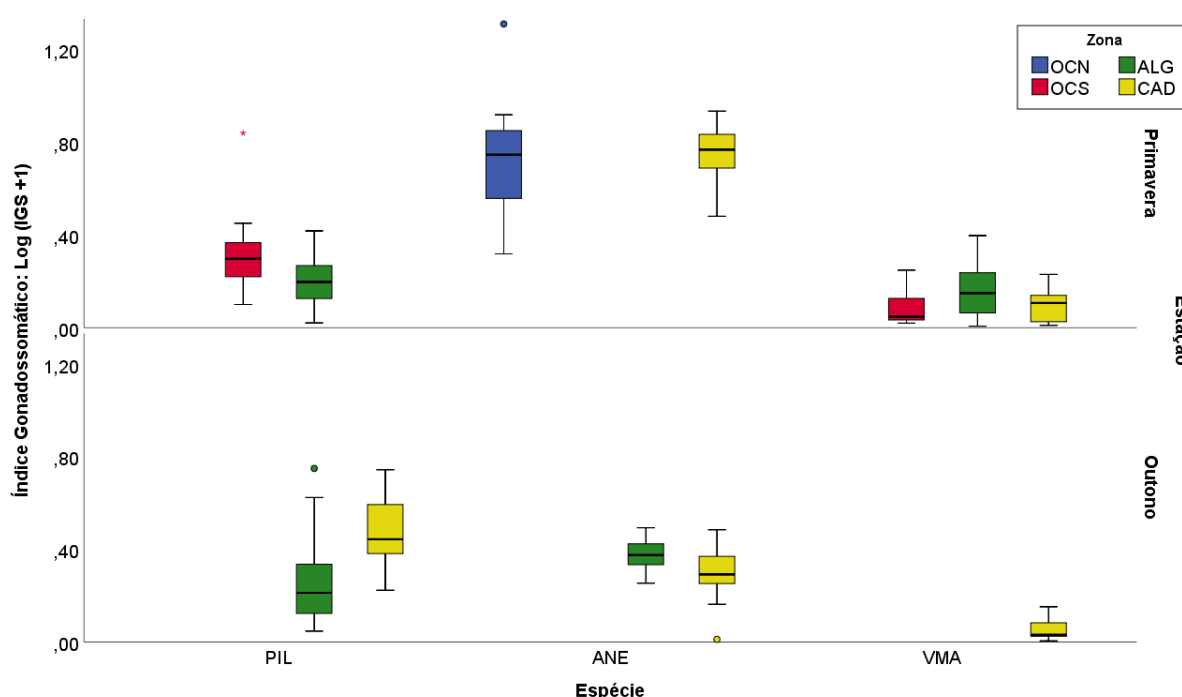


Figura 3.2. Índice Gonadosomático de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.

3.3. Dieta dos peixes pelágicos

3.3.1. Intensidade de alimentação

No total das três espécies de peixes analisadas, o peso do conteúdo estomacal variou entre 0,002gr e 13,52gr. O peso do conteúdo estomacal das cavalas variou entre 0,02gr e 13,52gr com um valor médio (média $\pm \sigma$) de $0,76 \pm 1,15$ gr. O peso dos conteúdos estomacais da sardinha variou entre 0,01gr e 1,59gr, registando uma média de $0,20 \pm 0,18$ gr. O peso dos conteúdos estomacais do biqueirão variou entre 0,002gr e 0,88gr, com um peso médio de $0,09 \pm 0,14$ gr.

Para o cálculo da intensidade de alimentação usou-se uma amostra com N=653, obtendo uma variação entre 0,02 e 9,78. Onde o biqueirão registou o valor máximo (9,78) com uma média de $0,98 \pm 1,49$. A sardinha registou um máximo de 5,38 com uma intensidade de alimentação média de $0,81 \pm 0,74$. A

cavala obteve um valor máximo semelhante (5,32), mas com um valor médio de $1,09 \pm 1,04$ (Figura 3.3).

No global as três espécies apresentaram uma intensidade de alimentação superior na primavera em relação ao outono. Isto porque a intensidade de alimentação média na primavera foi de $1,34 \pm 1,79$, $1,28 \pm 0,83$ e $1,65 \pm 1,04$ (para biqueirão, sardinha e cavala, respetivamente); enquanto no outono os valores médios situaram-se em $0,38 \pm 0,33$, $0,44 \pm 0,36$ e $0,44 \pm 0,55$ (para biqueirão, sardinha e cavala, respetivamente).

Tanto na sardinha como na cavala verificou-se valores mais elevados de intensidade de alimentação nos seus juvenis. As sardinhas adultas registaram uma média de $0,58 \pm 0,56$, enquanto as juvenis apresentaram uma média de $1,04 \pm 0,82$. As cavalas adultas apresentaram uma média de $0,81 \pm 1,05$ e os seus juvenis registaram uma média de $1,22 \pm 1,01$. No entanto no caso do biqueirão, apesar de uma diferença menos significativa, não se verificou a mesma tendência; com os adultos a apresentarem uma média de $1,01 \pm 1,74$ e os juvenis $0,90 \pm 0,85$.

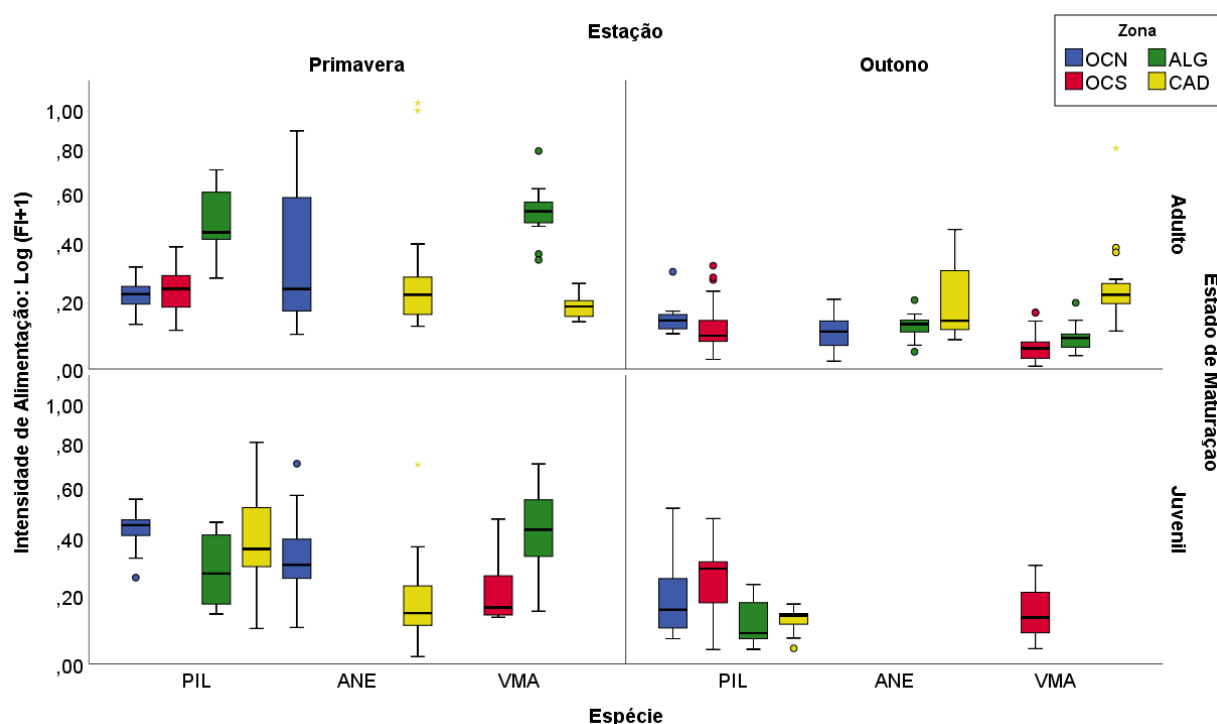


Figura 3.3. Intensidade de Alimentação de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.

Para investigar se existiam diferenças significativas na intensidade de alimentação entre as várias espécies, estados de maturação, estações do ano e zonas recorreu-se a Modelo Linear Geral Univariado (GLM). No entanto devido à falta de representatividade em todos os grupos, apenas foram realizadas comparações entre os 27 grupos representados por indivíduos.

Verificaram-se diferenças significativas na zona OCN, com as sardinhas adultas a apresentarem maior intensidade de alimentação do que as juvenis ($p < 0,001$, $R^2 = 0,659$, $N = 80$) e também superior na primavera em relação ao outono ($p < 0,001$). Para averiguar diferenças entre zonas comparou-se em primeiro lugar as sardinhas adultas das zonas OCN, OCS e Algarve ($p < 0,001$, $R^2 = 0,626$, $N = 131$), com um teste de Tukey a demonstrar uma maior intensidade de alimentação no Algarve em relação às outras

duas zonas, OCN e OCS ($p < 0,001$). Em segundo lugar comparou-se as sardinhas juvenis das 4 zonas de estudo ($p = 0,002$, $R^2 = 0,448$, $N = 141$), tendo o resultado do teste de Tukey revelado uma menor intensidade de alimentação dos juvenis no Algarve em relação à zona OCN ($p = 0,019$) e à zona de Cádiz ($p < 0,001$).

Verificaram-se diferenças significativas entre os biqueirões adultos e juvenis nas zonas OCS e Cádiz na primavera ($p = 0,013$, $R^2 = 0,080$, $N = 95$). Entre zonas, analisou-se os biqueirões adultos de OCN, Algarve e Cádiz não se verificando diferenças significativas.

Para a cavala o modelo não demonstrou diferenças significativas entre estados de maturação, tanto para a zona do Algarve na primavera como OCS no outono. Já entre zonas, analisou-se as cavalas adultas de OCS, Algarve e Cádiz ($p = 0,002$, $R^2 = 0,556$, $N = 73$), com a zona de OCS a apresentar uma menor intensidade de alimentação do que o Algarve (teste de Tukey $p < 0,001$) e do que Cádiz ($p = 0,024$). Nas cavalas juvenis observaram-se diferenças significativas entre o Algarve e a zona OCS ($p < 0,001$, $R^2 = 0,501$, $N = 153$).

Na análise entre a sardinha e o biqueirão, não se verificaram diferenças entre as duas espécies na zona OCN nas duas estações do ano, mas verificou-se diferenças significativas em Cádiz entre os juvenis de sardinha e biqueirão na primavera ($p < 0,001$, $R^2 = 0,266$, $N = 70$). Das análises realizadas na zona OCS e Algarve, não se verificaram diferenças significativas entre a intensidade de alimentação da sardinha e da cavala. Por último comparou-se as cavalas e biqueirões adultos, não demonstrando diferenças significativas entre estas duas espécies tanto em Cádiz na primavera como no Algarve e Cádiz no outono.

3.3.2. Diversidade da dieta

Para averiguar a diversidade da dieta dos peixes pelágicos, contabilizou-se o número de presas dentro de cada conteúdo estomacal. O número médio de presas em cada estômago (média $\pm \sigma$) foi de 1320 ± 1204 para o biqueirão, 3871 ± 2774 presas para a cavala e 8272 ± 20345 presas para a sardinha. Na primavera, verificou-se tanto para a sardinha como para a cavala um significativo aumento de presas dentro dos estômagos. Tendo a sardinha registado uma média de 13385 ± 28517 presas por estômago na primavera e 3160 ± 1593 presas no outono. A cavala obteve uma média de 4535 ± 3181 presas por estômago na primavera e 2923 ± 1886 presas por estômago no outono. No caso do biqueirão a diferença entre estações não foi tão significativa com uma média de 1686 ± 1204 presas no outono e 1136 ± 687 presas na primavera.

Comparou-se o número de diferentes presas encontradas nos conteúdos estomacais das três espécies pelágicas, de modo a aferir a riqueza de espécies (média $\pm \sigma$). Registou-se um menor valor para o biqueirão ($12,08 \pm 4,44$), seguido da cavala ($14,41 \pm 4,26$) e mais elevada para a sardinha ($15,10 \pm 3,97$). Tanto no caso do biqueirão como da cavala obteve-se uma maior riqueza de espécies na primavera ($13,50 \pm 3,59$ e $16,60 \pm 3,50$, respetivamente), enquanto a sardinha registou uma maior riqueza no outono ($16,10 \pm 3,11$).

Para medir a amplitude de nicho trófico do biqueirão, da sardinha e cavala recorreu-se ao índice de diversidade do Shannon-Wiener, com uma amostra de $N = 49$, visto que a análise dos conteúdos estomacais foi agrupada em função das quatro variáveis em estudo. Os valores deste índice variaram entre 0,13 e 2,44.

O índice de diversidade do biqueirão variou entre 1,19 e 2,44 com uma média de $1,70 \pm 0,39$, a sardinha variou entre 0,20 e 2,21 com uma média de $1,36 \pm 0,62$ e a cavala variou entre 0,13 e 1,90 com uma

média de $1,24 \pm 0,53$ (Figura 3.4). A diversidade das dietas foi superior na primavera em relação ao outono para as três espécies pelágicas. Visto que a média do índice de Shannon-Wiener, na primavera, foi de $1,93 \pm 0,24$ (biqueirão), $1,63 \pm 0,58$ (sardinha) e $1,37 \pm 0,40$ (cavala); enquanto no outono registou-se um índice de $1,25 \pm 0,06$ (biqueirão), $1,09 \pm 0,57$ (sardinha) e $1,05 \pm 0,66$ para a cavala (Figura 3.4).

Para investigar se existiam diferenças significativas do índice de diversidade do Shannon-Wiener entre as várias espécies, estados de maturação, estações do ano e zonas recorreu-se a um Modelo Linear Geral Univariado (GLM). A metodologia aplicada foi idêntica às realizadas para o índice de condição de Fulton e a Intensidade de Alimentação, que por falta de representatividade em todos os grupos, realizou-se as mesmas comparações apenas entre os grupos representados na amostragem.

Verificaram-se diferenças significativas entre as duas estações do ano (primavera e outono) para os biqueirões adultos das zonas OCN, Algarve e Cádiz ($p=0,017$, $R^2=0,914$, $N=7$). Já entre diferentes espécies pelágicas, verificou-se diferenças significativas entre a sardinha e a cavala, do Algarve na primavera ($p=0,005$, $R^2=0,647$, $N=9$).

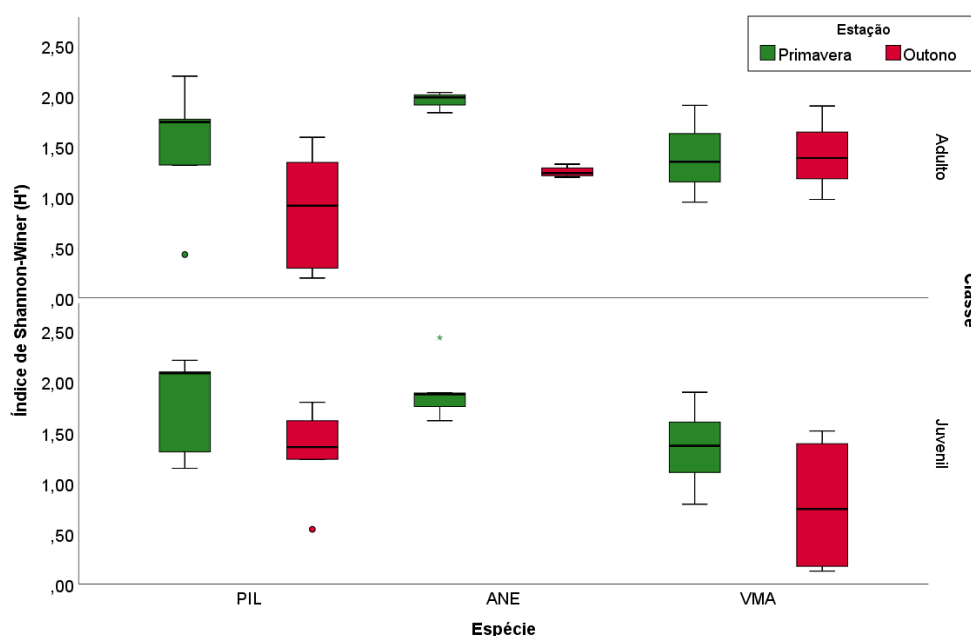


Figura 3.4. Índice de diversidade do Shannon-Wiener (H') das presas identificadas nos estômagos da sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA). Dados agrupados por estação (primavera e outono) e estado de maturação (adulto e juvenil). As caixas demonstram 1º e 3º quartil e mediana com intervalo de confiança de 95%. Os pontos representam outliers e as estrelas valores extremos.

3.3.3. Composição da dieta

Para a análise da contribuição das presas na dieta comparou-se o seu contributo para o conteúdo carbónico da dieta da sardinha, biqueirão e cavala. A dieta das três espécies foi constituída maioritariamente por zooplâncton (>85%), no entanto os estômagos de sardinha apresentaram os maiores valores médios registados para fitoplâncton (5%) e ictioplâncton (7%).

A Figura 3.5 resume a dieta da sardinha. Os estômagos da costa OCS tiveram a maior contribuição de fitoplâncton para o carbono da dieta da sardinha (>16%), enquanto na costa OCN registou-se a maior contribuição de ictioplâncton (apenas ovos de peixe) para a dieta de sardinha (>12%), essencialmente devido à predação de ovos de *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus*. Sendo o zooplâncton o principal constituinte dos conteúdos estomacais amostrados de sardinha, cerca de metade da

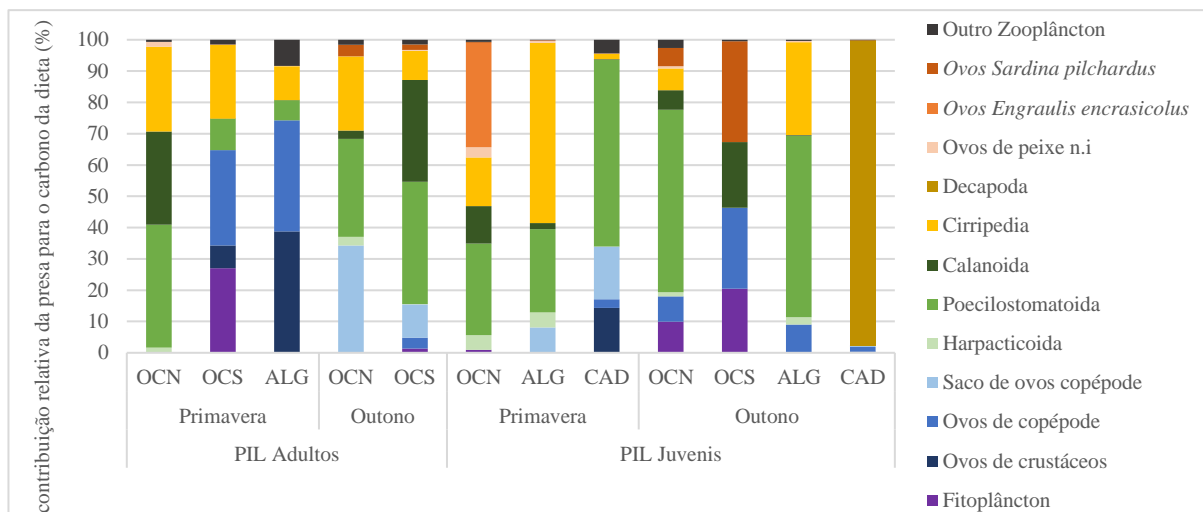


Figura 3.5. Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta da sardinha (PIL). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil), da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

contribuição de carbono proveio de copépodes e destes, os Poecilostomatoida foram os que tiveram maior contribuição para a dieta, chegando os indivíduos juvenis a ultrapassar os 50% da dieta total tanto na primavera como no outono. As restantes presas zooplânctónicas, não pertencente aos copépodes, ocorreram em percentagens semelhantes entre estações e zonas, e foram compostas maioritariamente por cirrípedes e diversos ovos de crustáceos (estes com maior relevância nas sardinhas adultas) enquanto os decápodes contribuíram com mais de 95% do carbono da dieta no outono em juvenis de Cádiz.

O biqueirão apresentou uma dieta praticamente exclusiva de zooplâncton (Figura 3.6), e a contribuição de carbono de ictioplâncton foi muito reduzida na dieta (0,2%), tal como o fitoplâncton, embora tenha registado uma contribuição de aproximadamente 7%, mas exclusiva aos biqueirões juvenis na primavera. Os copépodes representaram metade da dieta do biqueirão (Figura 3.6) e os Poecilostomatoidas obtiveram a maior contribuição, principalmente na zona de Cádiz. Na costa OCN a dieta variou em função do estado de maturação e estação do ano, no entanto basou-se maioritariamente entre copépodes ou ovos de copépodes e ovos de crustáceos (que contribuíram 97% para a dieta do biqueirão, nas amostras analisadas do Algarve).

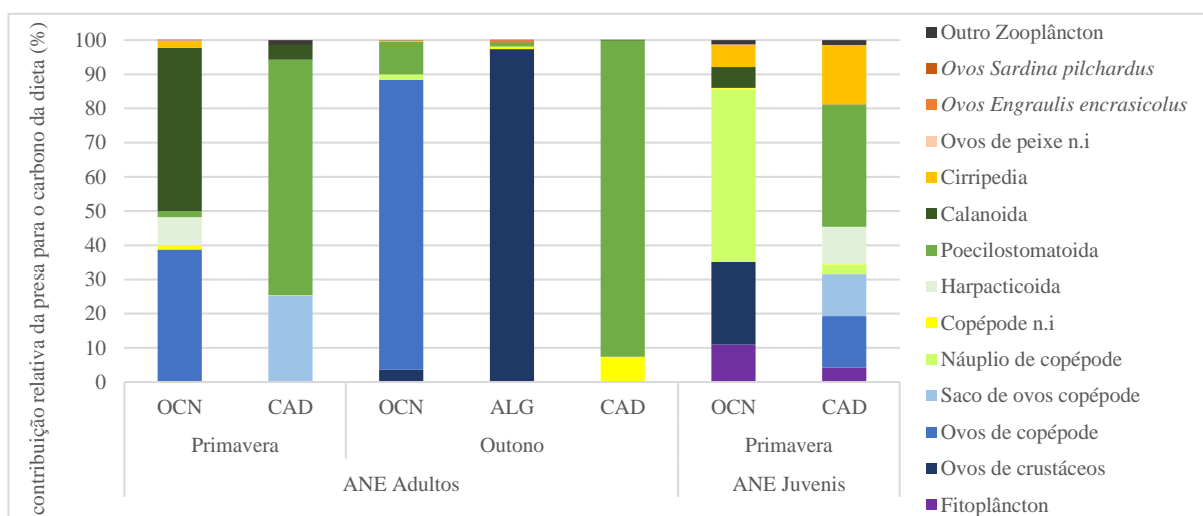


Figura 3.6. Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta do biqueirão (ANE). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil), da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

O carbono da dieta da cavala proveio essencialmente de zooplâncton (>95%), onde a contribuição de fitoplâncton foi quase inexistente e os ovos de peixe contribuíram em menos de 3% para o carbono da dieta (Figura. 3.7). Ao contrário da sardinha e do biqueirão, para a cavala os copépodes não representaram a presa mais importante da sua dieta (<15%), sendo apenas mais significativos nos juvenis (30%). A maioria da contribuição de zooplâncton para a dieta da cavala proveio de ovos de crustáceos e ovos de copépodes, registando também valores máximos de decápodes na primavera, na região sul da Península Ibérica (Algarve e Cádiz) (Figura 3.7).

Para a sardinha e o biqueirão os copépodes representaram a parte mais importante da dieta, situando-se nos 50% do conteúdo carbónico da dieta destes peixes pelágicos. O fitoplâncton teve maior importância na dieta da sardinha, seguida do biqueirão e praticamente sem relevância para a cavala. Em relação ao ictioplâncton, ovos de peixes obtiveram uma maior importância na dieta da sardinha (7%), seguida (com valores significativamente inferiores) da cavala (2,2%) e por último o biqueirão a depender menos de 1% dos ovos para a sua dieta, em qualquer zona, estado de maturação e estação.

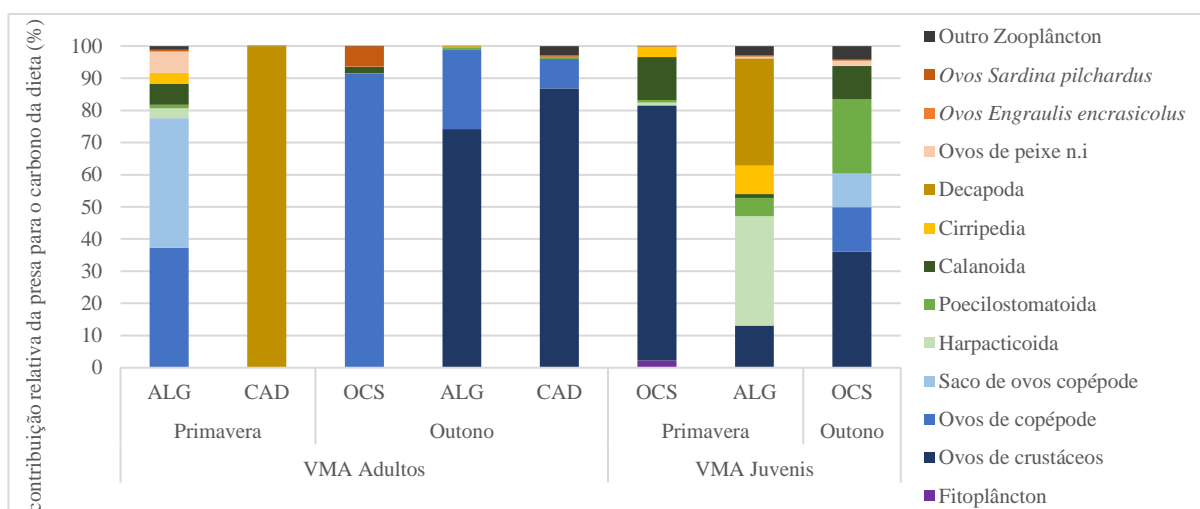


Figura 3.7. Percentagem da contribuição relativa das principais presas para o conteúdo carbónico da dieta da cavala (VMA). Os dados estão agrupados, em função do estado de maturação (adulto e juvenil), da estação do ano (primavera e outono) e zona (OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

3.3.4. Sobreposição das dietas

Determinou-se a possível sobreposição das dietas destas três espécies pelágicas, através do índice de Schoener's (S), agrupando uma vez mais a sardinha (PIL), o biqueirão (ANE) e a cavala (VMA) em função da estação do ano (primavera e outono), estado de maturação (adultos e juvenis) e zona de captura (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

Ao comparar-se as dietas de peixes com o mesmo estado de maturação e da mesma estação do ano, verificou-se no outono uma sobreposição da dieta dos juvenis de sardinha do ALG e costa OCN ($S=0,751$), nas cavalas adultas de CAD e ALG ($S=0,840$) e entre cavalas e biqueirões adultos de CAD-ALG ($S=0,875$), costa OCS-OCN ($0,850$) e ALG-ALG ($0,750$). Na primavera apenas se registou uma maior sobreposição em Cádiz entre biqueirões adultos e sardinhas juvenis ($S=0,767$).

Ao equiparar a dieta de peixes com o mesmo estado de maturação, mas entre estações diferentes (outono-primavera), nos peixes adultos, verificou-se maior sobreposição da dieta entre os biqueirões de Cádiz da primavera e outono ($S=0,689$), entre as dietas da sardinha da costa OCS-OCN ($S=0,771$) e no Algarve entre a cavala e a sardinha ($S=0,646$). Nos indivíduos juvenis, obteve-se maior sobreposição

entre a sardinha da costa OCN-CAD ($S=0,632$) e entre a sardinha do Algarve e o biqueirão de Cádiz ($S=0,646$).

Por último comparou-se a dieta de peixes com estado de maturação e estação do ano distintos. Entre indivíduos adultos capturados no outono e indivíduos juvenis capturados na primavera verificou-se sobreposição entre as cavalas de CAD-OCS ($S=0,800$), cavalas de ALG-OCS ($S=0,754$), biqueirão do Algarve e cavala de OCS ($S=0,802$), sardinhas de OCN-ALG ($S=0,627$) e entre sardinhas de OCN e biqueirão de Cádiz ($S=0,641$). Já entre indivíduos juvenis do outono e indivíduos adultos da primavera verificou-se sobreposição entre as sardinhas de ALG-OCN ($S=0,687$), as sardinhas de ALG-CAD ($S=0,629$), entre as sardinhas da costa OCN e biqueirões de Cádiz ($S=0,628$) e em Cádiz entre a sardinha e a cavala ($S=0,975$).

Todos os valores acima descritos apresentam um valor do índice de Schoener's superior a 0,6 demonstrando uma significativa sobreposição entre dietas. O que significa que todas as outras comparações de dietas entre as três espécies, estado de maturação, estação do ano e zona de captura obtiveram valores de S inferiores a 0,6.

3.4. Predação de ovos e impacto na mortalidade natural

3.4.1. Ovos nos conteúdos estomacais

Todos os conteúdos estomacais foram analisados individualmente para identificação e quantificação dos ovos de peixe num total de $N=653$ estômagos. Os ovos identificados foram agrupados em: ovos de sardinha, ovos de biqueirão e ovos de peixe não identificados. No total dos 653 estômagos apenas 103 estômagos apresentaram ovos de biqueirão, 88 estômagos apresentaram ovos de sardinha e 218 estômagos continham outros ovos não identificados (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Número de estômagos analisados que não apresentaram ovos no seu interior e que apresentaram ovos de biqueirão (ANE), ovos de sardinha (PIL) e ovos não identificados (n.i).

Nr. de estômagos	ovos ANE	ovos PIL	ovos n.i
Sem ovos	550	565	435
Com ovos	103	88	218
TOTAL	653		

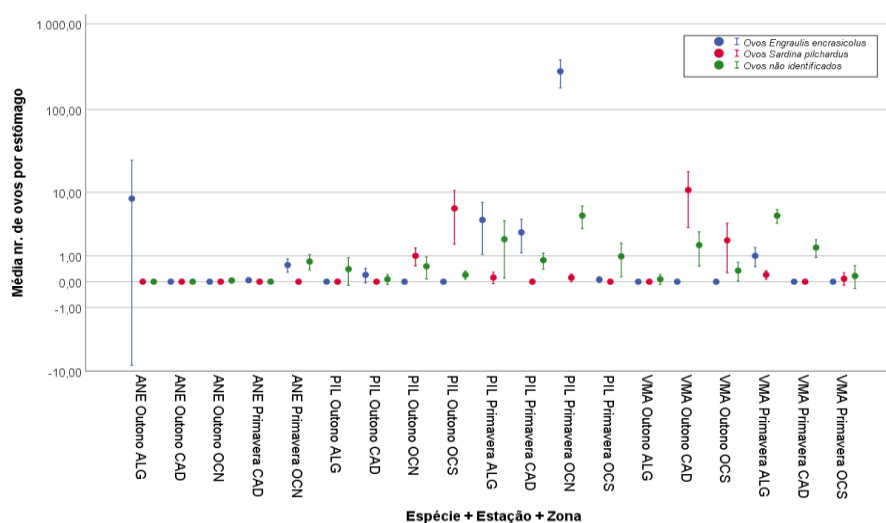


Figura 3.8. Média do número de ovos de biqueirão, de sardinha e ovos não identificados por estômago. Valores de número de ovos médio agrupados por espécie (PIL- sardinha, ANE- biqueirão e VMA- cavala), estação (primavera e outono) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz).

No geral, registou-se um elevado número de ovos de biqueirão predados (10199 ovos), enquanto contabilizou-se 843 ovos de sardinha e 877 ovos não identificados. No entanto, apesar do elevado número de ovos de biqueirão em comparação com os ovos de sardinha, a sua frequência de ocorrência (FO) dentro dos conteúdos estomacais analisados foi bastante menor. Os ovos de sardinha tiveram uma FO de 13%, os ovos de biqueirão tiveram uma FO de 16% e todos os outros ovos não identificados estiveram presentes em 33% dos conteúdos estomacais.

Tabela 3.3. Número médio de ovos por estômago de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA) e a respetiva frequência de ocorrência (FO). Dados discriminados em ovos de biqueirão (*Engraulis encrasicolus*), ovos de sardinha (*Sardina pilchardus*) e ovos de peixes n.i (não identificados). Os estômagos de sardinha, biqueirão e cavala estão agrupados por estação do ano (primavera e outono), estado de maturação (adulto e juvenil) e zona (OCN- ocidental norte, OCS- ocidental sul, ALG- Algarve e CAD- Cádiz). Os valores zero correspondem à ausência de ovos dentro dos conteúdos estomacais.

Espécie	Estação	Classe	Zona	Ovos de Biqueirão		Ovos de Sardinha		Ovos de peixes n.i	
				FO (%)	Nr. Ovos	FO (%)	Nr. Ovos	FO (%)	Nr. Ovos
PIL	Primavera	Adulto	OCN	0%	0,00	0%	0,00	53%	0,80
			OCS	6%	0,06	0%	0,00	32%	0,97
			ALG	0%	0,00	29%	0,29	29%	0,57
		Juvenil	OCN	100%	488,90	20%	0,20	95%	7,95
			ALG	100%	7,20	0%	0,00	70%	3,20
			CAD	61%	2,75	0%	0,00	47%	0,78
	Outono	Adulto	OCN	0%	0,00	47%	1,00	7%	0,07
			OCS	0%	0,00	25%	0,60	20%	0,25
		Juvenil	OCN	0%	0,00	33%	1,00	20%	0,73
			OCS	0%	0,00	87%	28,27	0%	0,00
			ALG	0%	0,00	0%	0,00	20%	0,40
			CAD	20%	0,20	0%	0,00	7%	0,07
ANE	Primavera	Adulto	OCN	20%	0,24	0%	0,00	24%	0,48
			CAD	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00
		Juvenil	OCN	57%	1,00	0%	0,00	52%	1,10
			CAD	6%	0,06	0%	0,00	0%	0,00
	Outono	Adulto	OCN	0%	0,00	0%	0,00	3%	0,03
			ALG	27%	8,27	0%	0,00	0%	0,00
			CAD	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00
VMA	Primavera	Adulto	ALG	17%	0,17	17%	0,17	100%	7,92
			CAD	0%	0,00	0%	0,00	81%	1,50
		Juvenil	OCS	0%	0,00	8%	0,08	8%	0,17
			ALG	26%	0,00	14%	0,00	85%	0,00
	Outono	Adulto	OCS	0%	0,00	60%	10,07	13%	0,13
			ALG	0%	0,00	0%	0,00	7%	0,07
			CAD	0%	0,00	87%	10,67	53%	1,67
		Juvenil	OCS	0%	0,00	2%	0,02	12%	0,40

De destacar que a sardinha apresentou o maior número de ovos por estômago, para todos os tipos de ovos. Com 489 ovos de biqueirão por estômago (primavera, juvenil, costa OCN) e 8 ovos não identificados por estômago (primavera, juvenil, costa OCN) (Tabela 3.3) Enquanto a sardinha registou um máximo de aproximadamente 28 ovos de sardinha por estômago (outono, juvenil, costa OCS), o biqueirão apresentou um máximo de 8 ovos de biqueirão por estômago (outono, adulto, ALG). Os estômagos de cavala apresentaram reduzido número de ovos de biqueirão e valores máximos de mais de 10 ovos de sardinha por estômago (outono, adulto, CAD) e aproximadamente 8 ovos não identificados por estômago (primavera, adulto, ALG) (Tabela 3.3).

Os ovos de sardinha ocorreram essencialmente no outono nos conteúdos estomacais de sardinha e cavala, enquanto os ovos de biqueirão tiveram valores mínimos nessa altura, registando valores máximos na primavera, nos estômagos de sardinha (Figura 3.8). Enquanto o número de ovos de sardinha e biqueirão dentro dos estômagos revelam máximos consoante a espécie pelágica ou a estação do ano, todos os outros ovos não identificados apresentaram uma variação mais irregular, tendo sempre valores mais elevados na primavera, tanto para a sardinha como para o biqueirão e a cavala. O valor máximo de ovos de biqueirão em conteúdo estomacais registou-se no Norte do país (costa OCN) com valores muito acima das médias registadas neste estudo.

3.4.2. Relação entre o consumo de ovos e o total de presas

Estudou-se a possível relação entre a predação de ovos e o total de presas nos estômagos de sardinha, biqueirão e cavala. Para tal, usou-se os valores do conteúdo de carbono total de cada presa nos estômagos destas três espécies pelágicas (Anexos 6.4, 6.5 e 6.6).

Agrupou-se o total de fitoplâncton e zooplâncton e comparou-se com o total de ictioplâncton nos estômagos, apenas representado por ovos de peixe devido à ausência de larvas de peixe. Desta forma verificou-se uma correlação negativa entre o carbono total de fitoplâncton mais zooplâncton e o carbono total de ovos de peixes ($r=0,051$) (Figura 3.9), significando que a importância da contribuição do ictioplâncton foi maior quanto menor a contribuição do fitoplâncton e zooplâncton para a dieta destes peixes pelágicos.

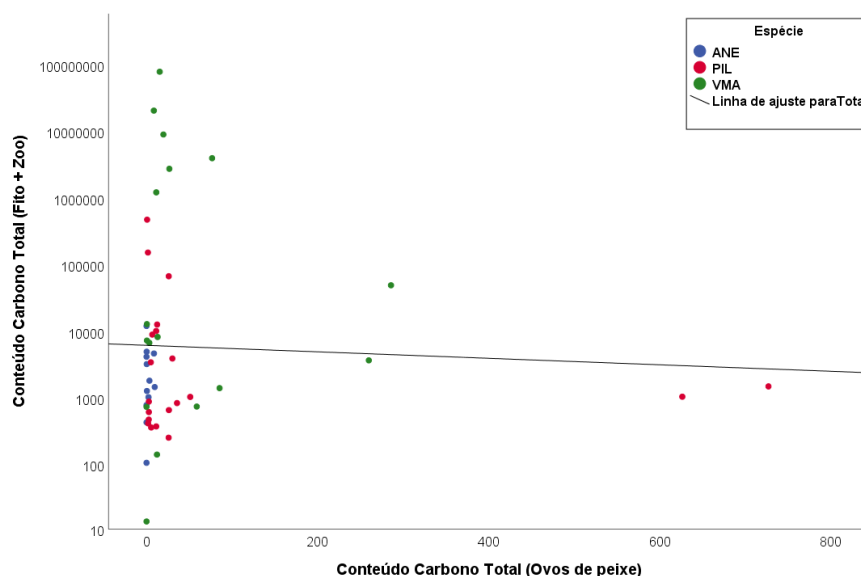


Figura 3.9. Conteúdo carbónico total das presas nos estômagos (fitoplâncton e zooplâncton) de sardinha (PIL), biqueirão (ANE) e cavala (VMA) em função do conteúdo carbónico total dos ovos de peixes encontrados dentro dos estômagos destes pequenos peixes pelágicos.

3.4.3. Consumo diário de ovos

Foi calculada a ração diária de ovos por parte das 3 espécies pelágicas (C), em função do: número médio de ovos ingeridos por quilo de peixe (EE), taxa de evacuação gástrica (g) e duração do tempo de alimentação (t). A duração do tempo de alimentação foi fixada em 10h, valor médio do número de horas de luz por dia entre as 3 campanhas (Pelago18, Iberas18 e Ecocadiz18). Segundo Garrido *et al.* (2007)

tanto a sardinha como o biqueirão adotam uma alimentação particulada para predarem ovos de peixe, como tal existe a necessidade de disponibilidade de luz para visualizarem e predarem ovos de peixe.

A ração diária de ovos foi diferente entre as 3 espécies pelágicas (Tabela 3.4). A sardinha apresentou um consumo médio de 32019 ovos de biqueirão por Quilograma de sardinha e um consumo médio de 1626 ovos de sardinha por cada quilograma de sardinha enquanto, o biqueirão apresentou um rácio de consumo de 1514 ovos de biqueirão por cada quilograma de biqueirão, enquanto o consumo de ovos de sardinha foi equivalente a zero devido à ausência de ovos de sardinha nos estômagos de biqueirões analisados. A cavala apresentou um consumo médio de 54,4 ovos de biqueirão por Quilograma de cavala e de 186,8 ovos de sardinha por quilograma de cavala (Tabela 3.4).

Tabela 3.4. Ração diária de ovos por Quilograma de sardinha, biqueirão e cavala. Ovos consumidos divididos em ovos de *E. encrasicolus* (ovos ANE), *S. pilchardus* (ovos PIL) e ovos não identificados (Outros Ovos).

Espécie	Ovos consumidos/ Kg peixe/ dia		
	Ovos ANE	Ovos PIL	Outros Ovos
<i>S. pilchardus</i>	32018,6	1626,1	1002,7
<i>E. encrasicolus</i>	1514,2	0,0	363,3
<i>S. colias</i>	54,4	186,8	312,1

3.4.4. Estimativas de ovos predados por dia no manancial Ibérico

De modo a aferir a quantidade de ovos de sardinha e biqueirão predados na área de estudo (costa portuguesa mais Golfo de Cádiz) foram efetuadas estimativas da percentagem de ovos predados por dia pelo manancial de sardinha e de biqueirão, tanto na primavera como no outono. Estas estimativas foram obtidas inicialmente através do consumo diário de ovos de uma espécie em função da fecundidade diária e posteriormente aplicada a metodologia de estatística espacial, de modo a minimizar uma possível sobrestimação dos resultados obtidos. Permitindo uma sobreposição entre os predadores e os ovos de sardinha e ovos de biqueirão ao longo da costa portuguesa e Golfo de Cádiz.

Na primavera verificou-se uma elevada predação *intraguild* entre a sardinha e os ovos de biqueirão. Onde por dia, 41% dos ovos de biqueirão na costa ocidental norte e 8% dos ovos de biqueirão na zona do Algarve e Cádiz foram predados pela sardinha (Tabela 3.5). Em termos de canibalismo de ovos, verificou-se que por dia 6% dos ovos de biqueirão da costa ocidental norte e 1% dos ovos de biqueirão do Algarve e Cádiz foram predados pela própria espécie (Tabela 3.5). A ausência de ovos de sardinha nos estômagos de biqueirão, resultou em que na primavera o biqueirão preda-se por dia 0% dos ovos de sardinha da costa ocidental norte e do Algarve e Cádiz. A sardinha também não registou grande importância na predação dos seus próprios ovos na primavera, verificando-se valores de aproximadamente 0%, mais precisamente 0,02% dos seus ovos tanto na costa ocidental norte como no Algarve e Cádiz.

Tabela 3.5. Percentagem de ovos de sardinha (PIL) e ovos de biqueirão (ANE) predados por dia pelo total de sardinha ou biqueirão numa determinada zona (costa ocidental norte ou Algarve e Cádiz), durante a primavera.

% ovos predados pelo total da espécie por dia (PRIMAVERA)				
Espécie	Costa Ocidental Norte		Algarve e Cádiz	
	Ovos PIL	Ovos ANE	Ovos PIL	Ovos ANE
<i>S. pilchardus</i>	0%	41%	0%	8%
<i>E. encrasicolus</i>	0%	6%	0%	1%

No outono os resultados apresentaram percentagens mais reduzidas na predação de ovos, registando-se para a sardinha um aumento da importância do canibalismo e uma redução da importância da predação *intraguild* de ovos de biqueirão. Verificou-se que a sardinha por dia é responsável pela predação de 1% dos seus ovos na costa ocidental norte e 5% dos seus ovos na costa ocidental sul. Enquanto é apenas responsável pela predação de 1% dos ovos de biqueirão na zona do Algarve e Cádiz (Tabela 3.6). Por outro lado, a ausência de ovos de sardinha dentro dos biqueirões também se refletiu no outono, já em termos de canibalismo o biqueirão foi responsável por predação 4% dos seus ovos na zona de Algarve e Cádiz (Tabela 3.6).

Tabela 3.6. Percentagem de ovos de sardinha (PIL) e ovos de biqueirão (ANE) predados por dia pelo total de sardinha ou biqueirão numa determinada zona (costa ocidental norte, costa ocidental sul ou Algarve e Cádiz), durante o outono.

Espécie	% ovos predados pelo total da espécie por dia (OUTONO)					
	Costa Ocidental Norte		Algarve e Cádiz		Costa Ocidental Sul	
	Ovos PIL	Ovos ANE	Ovos PIL	Ovos ANE	Ovos PIL	Ovos ANE
<i>S. pilchardus</i>	1%	0%	0%	1%	5%	0%
<i>E. encrasicolus</i>	0%	0%	0%	4%	-	-

CAPÍTULO 4 DISCUSSÃO

Vários estudos descreveram a dieta de peixes pelágicos, mas poucos o fizeram numa perspetiva comparativa como no presente trabalho. Estes estudos demonstraram que os peixes pelágicos competem por alimento com maior ou menor intensidade de acordo com as espécies. Para além disso, tal como demonstram estudos recentes no Atlântico nordeste, estas espécies predam ovos e larvas de espécies pelágicas, nomeadamente por canibalismo, o que pode ter um grande impacto na dinâmica das populações (Bachiller *et al.*, 2015 e Garrido *et al.*, 2015b). No entanto, as taxas de mortalidade de ovos resultantes desta predação são muito variáveis. É importante a sua quantificação para se perceber como podem influenciar a mortalidade natural e a dinâmica dos mananciais. Escolheu-se a sardinha, a cavala e o biqueirão como objeto de um estudo trófico visto que estudos passados demonstraram sobreposição trófica entre estas três espécies e uma maior incidência de predação de ovos (Garrido *et al.*, 2015b).

Verificou-se a condição nutricional de todos os peixes analisados, de modo a perceber em que situação nutricional se encontravam e se as suas diferenças podem estar relacionadas com a dieta destes pequenos peixes pelágicos. Para isso, a relação entre o peso total do peixe e o seu comprimento total pode-nos fornecer algumas informações sobre a condição dos peixes, através do índice de Fulton. Os resultados do índice demonstraram que, no geral, existiram diferenças significativas entre estados de maturação, com os indivíduos adultos a apresentarem uma melhor condição do que os juvenis. Verificou-se que tanto a sardinha como o biqueirão apresentaram uma melhor condição nutricional na costa oeste da Península Ibérica. A sardinha apresentou-se em melhor condição na costa ocidental sul e o biqueirão na costa ocidental norte. Estes valores podem dever-se à elevada produtividade da costa oeste, resultante do fenómeno de afloramento costeiro (Santos *et al.*, 2001) que torna esta costa mais rica em fitoplâncton e zooplâncton com a intensificação deste fenómeno nos meses quentes. A cavala apresentou melhor índice de condição na zona sul do estudo (Algarve e Cádiz) em comparação com a costa ocidental sul, não estando presente nas estações realizadas ao longo da costa ocidental norte. Estes resultados são esperados pela distribuição da *S. colias* que na Península Ibérica é predominante a sul de Lisboa, sendo o Norte dominado pelo seu parente a *S. sombrus* (Navarro *et al.*, 2012), demonstrando uma preferência por temperaturas mais elevadas do que a sardinha e o biqueirão.

4.1. Ecologia trófica de peixes pelágicos

Ao comparar-se a intensidade de alimentação das três espécies pelágicas verificou-se uma maior intensidade de alimentação por parte dos juvenis, quando comparados com os adultos, especialmente na sardinha e na cavala. Resultados semelhantes foram obtidos por Nikolioudakis *et al.* (2014) e Garrido *et al.* (2015b), tendo este segundo autor atribuído esta diferença nos enchimentos de estômagos à maior necessidade metabólica associada ao crescimento dos juvenis e ao facto de estes ainda não se encontrarem envolvidos na reprodução.

Não se verificaram diferenças significativas entre a intensidade de alimentação das três espécies, exceto entre os juvenis de sardinha e de biqueirão na zona de Cádiz na primavera, onde a sardinha apresentou uma intensidade de alimentação duas vezes superior ao biqueirão. Os resultados vão ao encontro de Garrido *et al.* (2015b) que também não verificou diferenças significativas na intensidade de alimentação das três espécies pelágicas. No entanto, o número de presas por estômago foi bastante mais elevado na sardinha quando comparado com a cavala e o biqueirão. A sardinha registou seis vezes mais presas dentro dos seus estômagos que o biqueirão e duas vezes mais presas que a cavala. Este resultado pode ser explicado pela fisiologia do aparelho filtrador da sardinha que se vai desenvolvendo ao longo da

vida (Costalago & Palomera, 2014) e também pela elevada plasticidade/flexibilidade do comportamento alimentar da *S. pilchardus*, com a capacidade de alternar entre filtração e alimentação particulada sobre um vasto tamanho de presas, com grande eficácia (Garrido *et al.* 2007).

A variável em estudo que apresentou maiores diferenças significativas no enchimento dos estômagos foi a estação do ano. Na primavera, as três espécies apresentaram valores de intensidade de alimentação significativamente maiores e registou-se um maior número de presas dentro dos estômagos. Isto sugere que a disponibilidade de alimento tem um papel mais importante na dieta do que possíveis diferenças entre as espécies pelágicas, ou seja, todas as espécies têm uma flexibilidade comportamental para se adaptarem a diferentes condições (Bachiller & Irigoien, 2015).

As três espécies estudadas apresentaram uma dieta diversificada, tendo a *S. pilchardus* apresentado a maior riqueza de presas na sua dieta, seguida da *S. colias*. Quando comparadas com o *E. encrasicolus* estas duas espécies pelágicas apresentaram não só um maior leque de presas, mas também um maior número de presas nos seus estômagos, o que vai de acordo com os resultados de Garrido *et al.* (2015b), também para a mesma região geográfica. Esta diversidade de presas pode dever-se ao elevado número de pequenas presas (<500 µm) na dieta da sardinha e da cavala (Garrido *et al.*, 2015b). Na costa ocidental Ibérica, este tipo de dietas pode ser vantajoso, visto que o afloramento costeiro e a intensidade das descargas de rios, ricos em nutrientes, contribuem para uma elevada biomassa de pequeno plâncton (Sobrinho-Gonçalves *et al.*, 2013).

Neste estudo, a riqueza de presas na dieta foi semelhante entre indivíduos adultos e juvenis, o que foi também verificado por Garrido *et al.*, (2015b) e os resultados do índice de diversidade também não demonstraram diferenças significativas entre a dieta dos indivíduos adultos e juvenis. Todavia, segundo Bachiller & Irigoien, (2015) no caso dos clupeóides (sardinha e biqueirão) a diversidade da dieta tende a aumentar, com o crescimento dos peixes em contraste com espécies como a *S. colias* que diminuem a amplitude do nicho trófico com o aumento de tamanho, o que pode indicar algum tipo de especialização na dieta, predando grupos de presas de maiores dimensões e menos diversas. No caso da sardinha, o aparelho filtrador vai-se desenvolvendo ao longo da ontogenia, tornando as suas branquiaspinhas mais especializadas à filtração de presas de menores dimensões, enquanto o aparelho filtrador do biqueirão fica formado até ao fim do ciclo larvar, garantindo a mudança na dieta até à metamorfose da larva (Costalago *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos podem-se dever a uma eventual falta de representatividade de juvenis, especialmente de pequenas dimensões, ou, no caso do biqueirão, pela ausência de análise de larvas, visto que a mudança na dieta do biqueirão ocorre ainda na fase larvar. No caso da sardinha, grande parte dos juvenis analisados tinham comprimentos médios próximos de adultos, o que poderia dificultar a diferenciação das suas dietas. No entanto, mesmo sem diferenças significativas entre a diversidade de dietas de juvenis e adultos é facilmente visível uma elevada contribuição do pequeno plâncton (como ovos de crustáceos e ovos e sacos de copépodes) na dieta das sardinhas adultas. Estes resultados não se replicaram no zooplâncton predado pelas sardinhas juvenis, tendo estas uma dieta caracterizada por presas de maiores dimensões, como decápodes e alguns cirrípedes. No caso da cavala, dever-se-ia estudar mais aprofundadamente o seu aparelho filtrador e respetivo desenvolvimento ao longo da ontogenia, visto que os resultados obtidos evidenciam uma grande capacidade para filtrar presas de pequenas dimensões, o que contradiz a hipótese de especialização da cavala em preda apenas grupos maiores dimensões, com o crescimento da cavala.

As três espécies em estudo evidenciaram uma maior diversidade das suas dietas na primavera, com diferenças significativas entre as duas estações do ano. Esta diversidade pode eventualmente associar-

se a uma maior produtividade na primavera, resultante de uma combinação de fatores como uma maior disponibilidade de luz solar, a intensificação dos eventos de afloramento costeiro e o aumento da biomassa fitoplânctónica. O facto de a diversidade das dietas da sardinha, biqueirão e cavala variarem significativamente entre as duas estações do ano talvez possa sugerir que um dos fatores chave da caracterização da dieta destes peixes é a disponibilidade de alimento, o que demonstra a plasticidade da dieta e capacidade de adaptação destes peixes aos recursos disponíveis na coluna de água.

No geral, verifica-se uma maior diversidade na dieta da *S. pilchardus*, onde para além da importância do zooplâncton (88%), também o fitoplâncton (5%) e os ovos de peixe (7%) contribuíram em percentagem de carbono para a sua dieta. Comparando com o *E. encrasicolus* e a *S. colias*, estas duas espécies apenas se basearam maioritariamente em zooplâncton como fonte de carbono, obtendo 98% e 97%, respetivamente.

Os pelágicos costeiros analisados apresentaram uma dieta composta maioritariamente por zooplâncton (contribuição média para o carbono da dieta >85%). Este resultado está de acordo com estudos anteriores (e.g. Garrido *et al.*, 2008, Garrido *et al.*, 2015b), identificando o mesozooplâncton como o principal grupo de presas a contribuir em carbono para a dieta de sardinhas, biqueirões e cavalas. Embora o fitoplâncton possa ser o principal grupo na dieta da sardinha (Garrido *et al.*, 2008) na costa oeste da Península Ibérica, na maioria do ano o zooplâncton é o principal grupo de presas, tal como verificado neste estudo.

A contribuição de fitoplâncton foi praticamente desprezável na dieta da cavala (<0,5%) e bastante reduzida na dieta do biqueirão (apenas presente na primavera em 3,9%). No caso da sardinha, apesar de ser reduzida a contribuição em carbono do fitoplâncton para a dieta, o mesmo esteve presente tanto na primavera (4,7%) como no outono (5,3%), sendo que independentemente da altura do ano, o fitoplâncton apenas contribuiu para o conteúdo carbónico da dieta da sardinha na costa ocidental norte (2,7%) e na costa ocidental sul (16,3%). A reduzida contribuição do fitoplâncton para a dieta (quando comparada com outros estudos) e a presença apenas na costa ocidental norte e sul (OCN e OCS) pode-se justificar possivelmente por duas razões. Em primeiro lugar, na região de afloramento costeiro da costa Ibérica, o fitoplâncton é particularmente importante para a dieta da sardinha no verão (Garrido *et al.*, 2008b), meses onde existe uma intensificação do fenómeno de afloramento costeiro e, consequentemente, uma elevada produtividade de fitoplâncton e zooplâncton (Santos *et al.*, 2001). Em segundo lugar, apesar da contribuição do fitoplâncton para a dieta da sardinha ser reduzida, tal como Garrido *et al.*, (2008), verificou-se um significativo número de diatomáceas nos estômagos (*Paraliasulcata* e *Thalassiosira* spp.). Isto porque em regiões de afloramento costeiro, apesar de a *S. pilchardus* poder consumir grandes quantidades de fitoplâncton, o conteúdo carbónico provém maioritariamente de copépodes (Nikolioudakis *et al.*, 2012; Costalago *et al.*, 2014).

Tanto a *S. pilchardus* como o *E. encrasicolus* obtiveram a maioria do conteúdo carbónico da dieta através da predação de copépodes, tais como Poecilostomatoida (*Oncaea* spp.) e Calanoida (*Centropages chierchiae*). Assim, os Poecilostomatoida contribuíram em 30% para a dieta da sardinha e biqueirão e os Calanoida contribuíram em 9% para a dieta da sardinha e 8% para o biqueirão. Porém, na dieta de sardinhas adultas houve uma grande contribuição do pequeno plâncton (ovos de crustáceos e ovos e sacos de copépodes), enquanto a dieta das sardinhas juvenis caracterizou-se por presas de maiores dimensões, como decápodes e alguns cirrípedes. Estudos semelhantes, como Garrido *et al.* (2015b) e Bode *et al.* (2003) para a Península Ibérica e Nikolioudakis *et al.* (2012) para o Mar Mediterrâneo, verificaram resultados idênticos. A elevada importância do pequeno plâncton, à medida que as sardinhas crescem, encontra-se em sintonia com o facto do aparelho de filtração desenvolver-se ao longo da ontogenia, em particular o desenvolvimento do tamanho e número de branquispinhas com

o crescimento das sardinhas (Costalago *et al.*, 2012; van der Lingen *et al.*, 2009). Verifica-se, então, uma elevada sobreposição entre a dieta da sardinha e do biqueirão, graças à elevada presença de copépodes na dieta de ambos. No entanto, graças à habilidade da sardinha em reter presas de menores dimensões (Garrido *et al.*, 2007 e Nikolioudakis *et al.*, 2014) através de uma maior eficiência no sistema de filtração (van der Lingen *et al.*, 2009), isso permite-lhe não só aumentar o seu leque de presas como mitigar a sobreposição entre estes dois pequenos pelágicos.

Na dieta da *S. colias*, tal como na sardinha e no biqueirão, verificou-se que os copépodes foram o grupo com maior número de presas nos conteúdos estomacais (tal como verificado por Bachiller & Irigoien (2015). Porém, e ao contrário destes clupeóides na cavala, os copépodes não foram o grupo que mais contribuíram para o conteúdo carbónico da dieta. Por um lado, verificou-se que presas menos abundantes e de maiores dimensões, como os decápodes para *S. colias* (17%) e os cirrípedes para *S. pilchardus* (17%), são muitas vezes importantes em relação ao contributo energético (Nikolioudakis *et al.*, 2014). Estas presas são importantes para determinar diferenças interespecíficas, tais como a preferência por presas ou eficiência de predação (Bachiller & Irigoien, 2015). Por outro lado, verificou-se um elevado contributo em carbono para a dieta da cavala e um pouco mais moderado para a sardinha de ovos de copépodes e outros crustáceos. No total, os ovos de copépodes e outros crustáceos contribuíram em mais de metade do conteúdo carbónico da cavala (58%). Não obstante, a contribuição pode estar sobrevalorizada, visto que os ovos de copépodes foram identificados a sobreviverem à passagem pelo trato digestivo (Garrido *et al.*, 2008b), o que de certa forma sobrevaloriza a contribuição energética destes ovos. Outros estudos, como Garrido *et al.* (2015b), verificaram uma forte presença de copépodes Calanoida na dieta da cavala, da mesma forma que estudos como Wahbi *et al.* (2015) definiram para além da elevada contribuição de copépodes uma forte presença de pequenos peixes teleósteos.

Neste estudo, a presença de ovos de peixe dentro dos estômagos de cavala e de sardinha constitui mais um fator em comum na dieta destes dois pelágicos. A diferença persiste no tipo de ovos: enquanto na dieta da sardinha todos os tipos de ovos (sardinha, biqueirão e não identificados) obtiveram uma grande importância, na dieta da cavala existiu uma ausência de ovos de biqueirão. Já o biqueirão não apresentou nenhum tipo de ovos de peixe como constituinte importante para a sua dieta. Estes resultados estão de acordo com Garrido *et al.* (2015b) que também verificou uma importância de ovos de peixe na dieta da sardinha e da cavala, identificando a *S. colias* como um possível competidor de *S. pilchardus* e alertando para o risco de competição e predação *intraguild*, com o aumento da abundância e expansão para norte da distribuição da cavala (Martins *et al.*, 2013).

Com os resultados deste estudo verificou-se a existência de sobreposição de dietas entre as três espécies pelágicas. Registou-se uma maior sobreposição de dietas entre o biqueirão e a sardinha e entre o biqueirão e a cavala. Também Costalago *et al.* (2014) e Nikolioudakis *et al.* (2012; 2014) verificaram para o Mar Mediterrâneo uma sobreposição das dietas de *S. pilchardus* e *E. encrasicolus*, variando entre média e elevada, dependendo da estação do ano. A sobreposição existente entre a sardinha e o biqueirão pode, de alguma forma, estar relacionada com a elevada contribuição de copépodes para a dieta destes dois peixes, que contribuíram com mais de 50% para a dieta destes dois pelágicos, especialmente copépodes Poecilostomatoida e Calanoida.

A sobreposição entre a dieta de biqueirões adultos e a das cavalas (tanto juvenis como adultas) pode relacionar-se também pela presença de copépodes, mas neste caso também existe uma elevada importância do pequeno plâncton (ovos de copépodes e outros crustáceos) nos estômagos de cavalas. Apesar de se esperar que as cavalas com maior comprimento apresentassem uma maior especialização e preferência em plâncton de maiores dimensões, neste estudo verificou-se tanto para as cavalas juvenis como adultas uma constante presença de pequeno plâncton nos seus estômagos, o que sobrepõe a sua

dieta com a dieta destes clupeóides (*S. pilchardus* e *E. encrasicolus*). Segundo Bachiller & Irigoien (2012), apesar de os peixes com maiores dimensões aumentarem o leque do tamanho das suas presas, alimentando-se de presas maiores (energeticamente mais valiosas), as presas de pequenas dimensões continuam a ser uma componente importante da dieta.

Estudos ao nível da ecologia trófica destes pequenos pelágicos, como Garrido *et al.* (2015b) e Bachiller & Irigoien (2015), observaram uma larga sobreposição de dietas entre clupeóides (em qualquer área, estação do ano ou tempo). No entanto, os resultados deste estudo demonstram igualmente que os pequenos pelágicos costeiros (sardinha e biqueirão) também podem apresentar uma substancial sobreposição com peixes com maior comprimento (como *S. colias*). Curiosamente, em alguns casos, a sobreposição de dietas pode ser maior entre Perciformes e clupeóides, quando comparada apenas entre clupeóides. Segundo Bachiller & Irigoien (2015), os peixes pelágicos são mais ou menos generalistas e alimentam-se do recurso com maior disponibilidade a qualquer hora ou área. Em populações no seu habitat natural, a sobreposição trófica é mais comum quando a comida é abundante e é menos evidente quando é escassa (Schoener, 1974; Costalago *et al.*, 2014).

Apesar de se verificar a existência de sobreposição trófica entre as três espécies, quando se tenta perceber uma possível competição resultante desta sobreposição, surgem normalmente algumas dúvidas ou hipóteses. Por um lado, autores como Bachiller *et al.* (2015) afirmaram que o controlo top-down do zooplâncton pelos peixes planctívoros sugere que a disponibilidade de plâncton pode resultar numa competição entre peixes pelo mesmo recurso e salientar os efeitos de predação *intraguild*. Por outro lado, existe a hipótese de a competição entre espécies poder ser alterada se um dos competidores possuir uma maior plasticidade morfológica que permita utilizar um maior leque de recursos/presas ou que permita adaptar mais rapidamente a mudanças ambientais (van der Lingen *et al.*, 2006; 2009; Costalago & Palomera, 2014; Costalago *et al.*, 2015).

Segundo (Costalago *et al.*, 2015), as sardinhas de zonas mais produtivas podem tirar maior vantagem da elevada abundância de microplâncton, em comparação com zonas mais oligotróficas (ex: Mar Mediterrâneo) (Costalago *et al.*, 2015). Por isso, em zonas de afloramento costeiro como a costa Oeste Ibérica (ecossistema produtivo), a Hipótese de Dissimilaridade Trófica pode tornar-se uma realidade (Costalago & Palomera, 2014), demonstrando a relação existente entre o manancial de sardinhas e biqueirões. A Hipótese de Dissimilaridade Trófica afirma que estes dois peixes são troficamente distintos, isto porque possíveis alterações físicas devido a alterações climáticas podem influenciar a produtividade do fitoplâncton e, consequentemente, a abundância de zooplâncton, favorecendo desta forma uma espécie em detrimento da outra e vice-versa (van der Lingen *et al.* 2006; 2009).

Para aceitar esta hipótese é necessário ter dois fatores em conta: o comportamento alimentar e as adaptações fisiológicas da sardinha e do biqueirão. Ou seja, a capacidade de cada uma das espécies em alterar entre alimentação particulada e seletiva e as melhores adaptações morfológicas da sardinha a uma alimentação não seletiva (Costalago *et al.*, 2014). Os resultados deste estudo evidenciam essas diferenças, em que apesar de uma elevada presença de copépodes em comum na sardinha e no biqueirão, se verificou na dieta da sardinha um maior leque de presas, tanto de fitoplâncton como zooplâncton quando comparada com a dieta do biqueirão. Assim, em regiões mais oligotróficas como o Mediterrâneo, *S. pilchardus* e *E. encrasicolus* adotam estratégias alimentares mais semelhantes, logo existe a possibilidade de uma maior sobreposição de dietas, enquanto no Atlântico pode existir uma maior diferença entre as dietas destes dois peixes evidenciando a Hipótese de Dissimilaridade Trófica. Isto porque tanto as diferenças morfológicas a nível alimentar como a disponibilidade de alimento (fitoplâncton e zooplâncton) permitem uma mudança de comportamento alimentar mais frequente. Segundo Nikolioudakis *et al.* (2014), a balança entre os custos e benefícios de adotar uma alimentação

particulada sobre uma determinada presa aparenta ser das principais razões para os peixes pelágicos predarem ou evitarem uma determinada presa e alterarem entre alimentação particulada e filtração.

Tal como verificado por Nikolioudakis *et al.* (2014) para o Mar Egeu (Mediterrâneo), também na Costa Ibérica a ecologia trófica da *S. pilchardus* e do *E. encrasicolus* tende a ser semelhante, apesar das eventuais diferenças na dieta, justificáveis através da adoção de comportamentos alimentares distintos (Costalago *et al.*, 2012) e melhores adaptações morfológicas. Seria de esperar que a sardinha, com uma dieta mais herbívora, exibisse um nível trófico inferior ao biqueirão. Mas, segundo Bode *et al.* (2007), assumindo que os copépodes são os primeiros consumidores, o nível trófico dos planctívoros varia entre 3.4 e 3.7 (sardinha 3.5 e biqueirão 3.4), enquanto o nível dos predadores de topo é de apenas 4.2. Este tipo de resultados indica normalmente que a teia trófica da região de afloramento costeiro da Península Ibérica é relativamente curta devido ao predomínio de consumidores de plâncton. Por isso, tendo a sardinha e o biqueirão um nível trófico intermédio na teia trófica da costa Ibérica, podem exercer tanto controlo *top-down* como *bottom-up* (Cury *et al.*, 2000). Desta forma, os pequenos peixes pelágicos exercem um controlo essencial na dinâmica trófica de ecossistemas com afloramento costeiro e constituem uma população de nível trófico médio, com o efeito *wasp-waist* (Cury *et al.*, 2000).

Com a análise da dieta destes três pelágicos, este estudo permitiu verificar que entre as três espécies a sardinha é a que possui uma maior riqueza de presas na sua dieta e um maior número de presas dentro dos seus estômagos, apresentando uma maior diversidade e plasticidade da dieta, retirando a energia necessária tanto de fitoplâncton e zooplâncton como ovos de peixe. Dentro do zooplâncton caracterizou-se por preda presas de todos os tamanhos, desde pequenos ovos de copépodes e outros crustáceos a decápodes e cirrípedes, mas sempre com os copépodes a obterem maior relevância na sua dieta. Estes resultados permitem reconhecer as melhores adaptações fisiológicas ao nível do aparelho filtrador da sardinha e a elevada flexibilidade do seu comportamento alimentar, alterando entre alimentação seletiva e não seletiva sempre com uma grande eficácia num vasto tamanho de presas.

A cavala foi a segunda espécie a apresentar uma maior riqueza de presas na sua dieta e também um maior número de presas nos estômagos. A sua dieta baseou-se em pequeno plâncton (ovos de copépodes e outros crustáceos), decápodes e alguns copépodes. O fitoplâncton não apresentou qualquer importância na sua dieta e os ovos de peixe contribuíram mais para a dieta da cavala do que do biqueirão. Devido à elevada presença de pequeno plâncton na dieta da cavala, mais estudos ao aparelho filtrador são necessários para compreender a capacidade em alternar entre alimentação particulada e filtração e qual o seu nível de eficácia de retenção de pequeno plâncton.

A cavala e o biqueirão apresentaram uma dieta semelhante, com o zooplâncton a representar >97% das suas dietas, o que nos leva a afirmar que existe uma maior sobreposição entre a dieta destes dois peixes. Também se verificou uma sobreposição entre a dieta da sardinha e a do biqueirão, que pode relacionar-se com a elevada presença de copépodes em ambas as dietas. Isto porque o biqueirão exibiu uma dieta constituída maioritariamente por copépodes, seguida de ovos de crustáceos, com uma reduzida importância de fitoplâncton e ovos de peixe.

Desta forma, o biqueirão aparenta ser um possível competidor, tanto com a sardinha como com a cavala. No entanto, o facto da diversidade das dietas e a intensidade de alimentação destes pequenos pelágicos variarem significativamente entre as duas estações do ano é sinal da plasticidade da dieta e da capacidade de adaptação aos recursos disponíveis na coluna de água, não só da sardinha, mas também do biqueirão e da cavala. Sugere-se então que apesar de uma possível competição entre o biqueirão e a sardinha/cavala, qualquer um deles tem a capacidade de modificar a sua dieta e comportamento

alimentar sobre condições adversas, o que mitiga uma possível competição pelos recursos disponíveis na coluna de água.

4.2. Predação de ovos

Os pequenos pelágicos, como os Clupeídeos, não se reproduzem sempre em períodos de maior produtividade e disponibilidade alimentar. A sardinha, o biqueirão e a cavala apresentam épocas de reprodução distintas, sendo a temperatura o principal fator a determinar a época de reprodução no Atlântico (Coombs *et al.*, 2006). Desta forma, como as amostras analisadas foram recolhidas em alturas do ano distintas, implica que estes três pelágicos não só estariam em estágios diferentes do seu ciclo de reprodução, como a percentagem de ovos na coluna de água seria diferente entre estações e entre tipo de ovos. Segundo Nunes *et al.* (2011), o IGS (Índice Gonadossomático) demonstra ser independente do peso somático do peixe e reflete a composição dos ovários e oócitos, o que pode ser um bom indicativo do estado reprodutivo das fêmeas.

Neste estudo, a sardinha apresentou um índice gonadossomático médio de 1,7% no outono e de 1,0% na primavera, o que vai de encontro com Nunes *et al.* 2011, que afirma que os índices de condição aumentam durante o final da primavera, atingindo o máximo entre o outono e inverno, diminuindo para níveis mínimos no início da primavera com uma redução significativa na reprodução. Stratoudakis *et al.* (2007) caracteriza a época de reprodução da *S. pilchardus* na costa portuguesa estendendo-se entre novembro e abril, com uma possível extensão entre setembro e junho. Desta forma, é de esperar que existisse na coluna de água uma maior percentagem de ovos de sardinha aquando da realização das campanhas oceanográficas Iberas18 e Ecocadiz18 (outono), altura do início da época de reprodução da sardinha.

O biqueirão apresentou um índice gonadossomático médio de 1,5% no outono e 4,9% na primavera, sugerindo que os biqueirões analisados na primavera já teriam entrado na época de reprodução. Millán (1999) afirma que a época de reprodução do biqueirão se estende entre março-abril até setembro-outubro, registando valores máximos do índice gonadossomático entre abril e agosto. Porém, tanto o pico da reprodução como o pico do índice gonadossomático possuem uma elevada flutuabilidade inter-anual (Millán, 1999). Desta forma, é de esperar que a percentagem de ovos de biqueirão na coluna de água fosse mais elevada durante a realização da campanha Pelago18 (primavera).

A cavala apresentou um índice gonadossomático médio de 0,1% no outono e 0,4% na primavera, demonstrando uma baixa relação entre as suas gónadas e o seu peso entre as duas estações do ano e, consequentemente, uma baixa variabilidade do índice gonadossomático – suportando, de certa forma, a possibilidade de uma escala de maturação macroscópica para a cavala não funcionar corretamente. No entanto, o autor Vasconcelos *et al.* (2012) definiu a época de reprodução de *S. colias* entre janeiro e abril, atingindo o pico entre fevereiro-março.

O consumo de ovos por parte da sardinha e do biqueirão é descrito mais frequentemente do que o consumo de larvas, obtendo-se uma elevada variação entre as diferentes estimativas da mortalidade de ovos causada por canibalismo e predação *intraguild* (Bachiller, 2012). Neste estudo foram realizadas apenas análises à predação de ovos, devido à dificuldade de identificação de larvas dentro dos conteúdos estomacais pela facilidade em se digerirem dentro dos estômagos.

Através da análise da incidência de ovos dentro dos conteúdos estomacais, os resultados demonstraram que a sardinha é o maior predador de ovos de biqueirão entre as três espécies em estudo. Tendo-se verificado uma maior incidência de ovos de biqueirão dentro dos estômagos de indivíduos juvenis

(sardinha e cavala) e na primavera. No outono, a presença de ovos de biqueirão foi quase inexistente exceto dentro dos conteúdos estomacais de biqueirões adultos no Algarve. A costa ocidental norte definiu-se como a região com uma elevadíssima incidência de ovos de biqueirão dentro dos estômagos (489 ovos por estômago de sardinha juvenil). A elevada predação de ovos de biqueirão na costa ocidental norte pode estar relacionada com a distribuição do biqueirão e da sardinha. Estando definido um berçário fundamental ao manancial de biqueirão, com uma maior abundância de biqueirão na costa ocidental norte (ICES 2018), o que possibilita uma maior disponibilidade de ovos na coluna de água ao manancial de sardinha. Também Alheit (1987) e Bachiller *et al.* (2015) identificaram a sardinha como principal predador de ovos de biqueirão, destacando a relação de predação *intraguild* existente entre estes dois pelágicos. A disponibilidade de ovos de biqueirão durante a sua época de reprodução pode ser um importante recurso alimentar para os diferentes pequenos pelágicos (Pájaro *et al.*, 2007; Irigoien & de Roos, 2011; Bachiller *et al.*, 2015).

Verificou-se que a sardinha é o maior predador de ovos de sardinha, seguida da cavala, enquanto o biqueirão não apresentou qualquer ovo de sardinha dentro dos seus estômagos. No outono, existiu uma maior incidência de ovos de sardinha nos estômagos das cavalas adultas e das sardinhas juvenis. A costa ocidental sul foi a região com um maior número de ovos de sardinha predados (28 ovos por estômago de sardinha juvenil), seguida da zona de Cádiz. Garrido *et al.* (2008) registou resultados semelhantes, com um elevado número de ovos de sardinha dentro dos estômagos destas. Confirma-se assim que o canibalismo da sardinha é o principal responsável da predação de ovos de sardinha por estes pequenos pelágicos.

Dentro do grupo dos ovos não identificados, equivalente a ovos de outras espécies de peixes, a cavala foi a espécie que apresentou um maior registo de ovos dentro dos seus estômagos, seguido pela sardinha. Ao contrário dos ovos de biqueirão e sardinha que demonstraram sazonalidade, os ovos não identificados foram registados dentro dos conteúdos estomacais dos três pelágicos nas duas estações do ano, embora com maior incidência na primavera. Este grupo de ovos foi encontrado tanto nos conteúdos estomacais de indivíduos adultos como juvenis com uma distribuição homogénea ao longo da área de estudo.

Neste estudo verificou-se uma elevada sazonalidade na predação de ovos, tendo-se registado uma maior incidência de ovos de biqueirão nos estômagos dos peixes pelágicos na primavera e uma maior incidência de ovos de sardinha no outono. Tendo em atenção que a época de reprodução do biqueirão se inicia na primavera e estende-se pelo verão e que a época de reprodução da sardinha se inicia no outono prolongando-se pelo inverno, é esperado atingir-se uma maior incidência de ovos nos estômagos durante as respetivas épocas de reprodução.

No geral, verificou-se que a sardinha é o maior predador de ovos de peixe, sendo responsável por 90% dos ovos identificados dentro dos estômagos, enquanto a cavala apresentou nos seus conteúdos estomacais 8% do total de ovos identificados e o biqueirão 2%. Garrido *et al.* (2015b) também verificou uma elevada incidência de ovos na sardinha e na cavala ao comparar a dieta destes pelágicos com outros peixes, como a boga, o carapau, o negrão e o biqueirão. A diferença na ingestão de ovos por parte das espécies pode dever-se a um comportamento alimentar ou preferência na sua dieta (Bachiller *et al.*, 2015). Garrido *et al.* (2007), através de uma experiência laboratorial, verificou que as sardinhas demonstram alimentação seletiva, ingerindo preferencialmente ovos de peixe quando comparados com outras presas, como copépodes e decápodes. Com uma menor disponibilidade alimentar, a elevada necessidade de energia após a postura poderia ser satisfeita através da predação de ovos de peixe, que no geral são energeticamente mais ricos que o zooplâncton (Costalago *et al.*, 2015). Isto porque os eventos sazonais de afloramento costeiro no Atlântico ocorrem durante os meses quentes, de verão (Santos *et al.*, 2001), enquanto a época de reprodução da sardinha ocorre durante o inverno (Stratoudakis

et al., 2007). Tal como Garrido *et al.* (2008) referiu, a sardinha pode compensar a baixa disponibilidade de alimento ao predar os próprios ovos ou ovos de outras espécies de peixes.

O elevado consumo de ovos verificado no presente trabalho está de acordo com outros do Atlântico (Garrido *et al.*, 2008, Garrido *et al.*, 2015 e Bachiller *et al.*, 2015) e contrasta com outros de outras regiões, como o Mediterrâneo (Tudela & Palomera 1997, Bacha & Amara 2009, Borme *et al.* 2009, Costalago *et al.* 2012). A ausência de ovos de sardinha nos estômagos de *S. pilchardus* do Mediterrâneo, em contraste com os ovos nos estômagos da sardinha do Atlântico, pode relacionar-se com as migrações verticais das sardinhas, opostas à subida dos ovos (Costalago *et al.*, 2015). O ciclo diário da posição vertical dos peixes pelágicos pode afetar fortemente a quantidade e composição do alimento (Garrido *et al.*, 2015b). Segundo Costalago *et al.*, (2015), existe um comportamento de migração vertical oposto entre as duas regiões. No Atlântico, as sardinhas movem-se para perto da superfície ao amanhecer e descem à noite, depois do pôr-do-sol (Garrido *et al.*, 2007), enquanto no Mediterrâneo têm um comportamento contrário, subindo à superfície à noite (Giannoulaki *et al.*, 1999). Como demonstrado por Garrido *et al.*, (2007), os ovos de peixe são capturados através de alimentação seletiva (particulada), sendo esta um método visual. Assim, as sardinhas do Atlântico podem beneficiar de estar perto da superfície e alimentarem-se de uma grande biomassa de ovos com flutuabilidade positiva (Coombs *et al.*, 2004).

Ao estimar-se a ração diária do consumo de ovos para os pequenos pelágicos ao longo da costa Ibérica, verificou-se uma vez mais um elevado valor para a predação *intraguild* da sardinha (32019 ovos de biqueirão por Kg de peixe) – enquanto o biqueirão apresentou um rácio de 1514 ovos de biqueirão por Kg de peixe. No biqueirão, verificou-se uma ausência da predação de ovos de sardinha, enquanto em média as sardinhas por dia predaram cerca de 1626 ovos de sardinha por Kg de peixe. Dos três pelágicos, a cavala foi a espécie que obteve um menor rácio entre os ovos consumidos por Kg por dia, registando um valor médio de 54 ovos de biqueirão por Kg de peixe por dia e 187 ovos de sardinha por Kg por dia.

A discrepância existente entre os valores de ração diária do consumo de ovos entre os clupeóides e a cavala deve-se, em grande parte, às diferenças entre as taxas de evacuação gástrica destas espécies. Segundo Garrido *et al.* (2008), a dependência destas estimações da duração de alimentação e do rácio de evacuação gástrica, sugerem que mais investigação tem de ser feita, de modo a aperfeiçoar tais estimativas. Em primeiro lugar, a duração de alimentação é um fator que não é homogéneo entre os diferentes estudos. Bachiller *et al.* (2015) verificou que estudos mais antigos definiam como 24h a duração da alimentação, enquanto alguns estudos mais recentes estabelecem a alimentação em 12h. No entanto, Garrido *et al.* (2008) estabeleceu a duração de alimentação em 9h e neste estudo foi estabelecida em 10h, isto porque foi feita uma estimativa entre o número de horas de luz entre as três campanhas de investigação e, como já referido, considerou-se a capacidade de alimentação particulada de ovos de peixe apenas de dia. Em segundo lugar, as taxas de evacuação gástricas podem não ser as mais corretas, visto que são valores retirados da literatura. Isto pressupõe dois problemas: que a taxa de evacuação gástrica de um peixe seja igual entre a área de estudo e a área da literatura usada (ex: a taxa de evacuação gástrica da sardinha ser igual entre a Península Ibérica e a do Mediterrâneo); ou a aplicação da mesma taxa de evacuação gástrica entre espécies da mesma família, como o exemplo entre *S. colias* e *S. scombrus*. Segundo Bachiller *et al.* (2015), as modificações na estimação do consumo médio de ovos por Kg é um dos fatores críticos para possíveis discrepâncias nas estimações.

Desta forma, a percentagem de ovos predados por uma espécie por dia, numa determinada zona, foi obtida não pela ração diária do consumo de ovos (Kg/ peixe/ dia), mas através do número médio de ovos por estômago (tendo em conta a abundância e duração da alimentação) em função da fecundidade diária, tendo em atenção diversos fatores, como a abundância da espécie para cada zona e o peso médio das

fêmeas em desova, tal como explicado no Capítulo 2 Métodos. No entanto, tal como explicado nesse capítulo, de modo a minimizar a sobrestimação dos resultados foi aplicada uma análise inovadora de estatística espacial para permitir perceber onde ocorreria uma sobreposição entre o predador e os ovos ao longo da costa. Deste modo, não se estaria a extrapolar as percentagens de predação de ovos para toda a costa de uma forma homogénea, mas, sim, apenas a considerar existir predação de ovos nas zonas da costa onde realmente o predador teria capacidade de predação de ovos.

Os resultados destas estimativas demonstraram que na primavera, a sardinha é responsável por predação por dia 41% dos ovos de biqueirão da costa ocidental norte e responsável por predação 8% dos ovos de biqueirão da região do Algarve e Cádiz – o que demonstra uma elevada interação entre estas duas espécies através de um mecanismo de predação *intraguild* dos ovos de biqueirão por parte da sardinha. Por outro lado, um mecanismo de canibalismo por parte do biqueirão também se encontra presente na primavera, sendo o biqueirão responsável por predação por dia 6% dos seus ovos na costa ocidental norte e cerca de 1% dos seus ovos nas regiões do Algarve e de Cádiz. No outono, verificou-se que a sardinha é responsável por predação por dia 1% dos seus próprios ovos na costa ocidental norte e 5% dos seus ovos na costa ocidental sul – observando-se, assim, no outono um comportamento de canibalismo por parte da sardinha semelhante ao do biqueirão na primavera. O biqueirão não demonstrou um mecanismo de predação *intraguild* dos ovos de sardinha, pela ausência destes nos seus estômagos.

Ao analisar-se os resultados destas estimativas conclui-se que existe uma elevada percentagem de mortalidade de ovos de biqueirão na costa portuguesa e no Golfo de Cádiz que pode estar associada à predação por parte da sardinha, enquanto outra pequena parte da mortalidade pode ser associada ao canibalismo do próprio biqueirão. Resultados semelhantes foram verificados no Golfo da Biscaia por Bachiller *et al.* (2012), que associou entre 14 e 48% da mortalidade dos ovos de biqueirão à sardinha e 2% da mortalidade ao biqueirão; e por Bachiller *et al.* (2015), que associou 33% da mortalidade dos ovos de biqueirão à sardinha e 4% da mortalidade ao biqueirão. Em estudos focados apenas no biqueirão e realizados noutras regiões geográficas existe uma maior discrepância quanto ao impacto do canibalismo do biqueirão, tendo Gennotte (2007) verificado uma mortalidade de 3% para *E. encrasicolus*, Pájaro (1998 e 2007) 27% e 33,4%, respetivamente para *E. anchoita*, Valdés Szeinfeld (1987 e 1991) 70% e 6%, respetivamente para *E. capensis* e Alheit (1987) 22% para *E. ringens*. Esta discrepância pode ser associada às diversas diferenças existentes entre as várias espécies de biqueirão e à dinâmica de cada população em cada região. Todavia, as diferenças existentes na metodologia aplicada por cada autor podem ter um impacto fulcral nos resultados.

Com as estimativas dos ovos de sardinha, conclui-se que a sardinha é a principal espécie responsável pela mortalidade por predação dos seus ovos na costa portuguesa e no Golfo de Cádiz. No entanto, as percentagens obtidas diferem significativamente com estudos prévios para a mesma área, tendo Garrido *et al.* (2008) classificado a mortalidade de ovos de sardinha causada por canibalismo em 30%. Por um lado, pode-se associar esta diferença ao estado do manancial da sardinha, visto que a biomassa de sardinha atingiu o seu mínimo histórico de recrutamento em 2017 (ICES 2018). Mas uma das principais causas pode estar associada às diferenças existentes nas metodologias aplicadas, como, por exemplo, a duração da alimentação ou a estatística espacial usada neste estudo, de modo a evitar sobrestimações das percentagens obtidas.

Para além de mecanismos de bottom-up e de dispersão, a interação entre predador-presa é um importante tópico de discussão na investigação pesqueira (Bachiller *et al.*, 2015). Como tal, há que ter em conta os dois termos (canibalismo e predação *intraguild*). O canibalismo foi proposto como um mecanismo de autorregulação, dependente da densidade dos outros clupeídeos, que permite autorregular a abundância de uma população, definindo o limite máximo de densidade (Alheit, 1987; Szeinfeld, 1991; Pájaro *et*

al., 2007; Bachiller *et al.*, 2015). Isto porque o canibalismo regula a sobrevivência dos ovos em função da densidade de ovos na coluna de água (Valdés *et al.*, 1987) Por outro lado, a predação *intraguild* é normalmente associada a um mecanismo de regulação da biomassa de espécies competidoras (Bachiller *et al.*, 2015).

Segundo Szeinfeld (1991), se a predação *intraguild* entre biqueirão e ovos de sardinha é dependente da densidade e se o canibalismo da sardinha também é dependente da densidade, então tais mecanismos compensatórios em ambas as espécies podem eventualmente explicar pequenas flutuações a longo prazo nos mananciais de clupeóides. Como normalmente a abundância destas espécies está associada a uma elevada flutuabilidade dos seus recrutamentos, com grandes variações interanuais (ICES, 2018 e 2019), e sabendo-se da elevada pressão antropogénica, proveniente da pesca e da elevada importância socioeconómica tanto para Portugal como para Espanha, é necessário ponderar estes mecanismos de canibalismo e predação *intraguild* como possíveis fatores de uma percentagem da mortalidade natural dos mananciais dos pequenos pelágicos. Claro que fatores climáticos e a mortalidade dos peixes continuam a ser os principais fatores externos à dinâmica de população destes peixes. Mas mesmo que a predação de ovos possa não exercer alterações numa espécie, ela promove a dominância de uma determinada espécie.

CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo desta tese permitem concluir que:

1. As diferenças interespecíficas existentes nas dietas podem estar associadas a quatro fatores: (1) anatómico, devido às diferenças nas estruturas de alimentação; (2) fisiológicas, através dos custos metabólicos da captura da presa em função do seu tamanho; (3) disponibilidade do alimento; e (4) comportamentos alimentares distintos, alternando entre alimentação particulada e filtração.
2. A estação do ano é uma variável importante na caracterização da dieta destes pequenos pelágicos. Na primavera qualquer espécie apresentou uma maior intensidade de alimentação com mais presas nos seus estômagos, obtendo uma dieta mais diversificada.
3. Das três espécies pelágicas, a sardinha foi a espécie que apresentou uma maior diversidade na sua dieta, com um maior leque de presas, demonstrando uma elevada plasticidade e capacidade de adaptação e predação a uma vasta gama de tamanhos de plâncton.
4. A capacidade e flexibilidade da *S. pilchardus* incluir uma vasta gama de fitoplâncton na sua dieta pode conferir vantagens sobre o *E. encrasicolus* e a *S. colias*, numa região produtiva como a costa Ibérica devido ao afloramento costeiro e, consequentemente, maior produtividade planctónica.
5. Existe uma significativa sobreposição de dietas entre as três espécies, pela elevada importância de copépodes e ovos de crustáceos nas suas dietas. Esta sobreposição pode implicar competição por alimento se a disponibilidade alimentar estiver limitada.
6. O biqueirão aparenta ser a espécie com maior potencial, por um lado, para competir com a sardinha e, por outro, para competir com a cavala – visto que a sua dieta aparenta sobrepor-se a estes dois pelágicos.
7. Existe sazonalidade na predação de ovos que vai de acordo com as épocas de reprodução da sardinha e do biqueirão.
8. A sardinha é a principal espécie responsável pela mortalidade por predação dos seus ovos e dos ovos de biqueirão na costa portuguesa e no Golfo de Cádiz; verificando-se um maior impacto na mortalidade por predação *intraguild* de ovos de biqueirão na costa ocidental norte e por canibalismo na costa ocidental sul.
9. A predação de ovos entre os peixes pelágicos (de elevada abundância ou elevada importância económica) deve ser mais investigada, de modo a verificar o impacto negativo desta mortalidade no recrutamento de espécies importantes para o manancial Ibérico.
10. Não só são necessários mais estudos ao impacto da predação de ovos e larvas na mortalidade de pequenos pelágicos, pela elevadíssima importância dos seus mananciais, como também é fundamental um aperfeiçoamento na metodologia aplicada, estabelecendo-a como uma metodologia padrão para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- Alheit, J. (1987). Egg cannibalism versus egg predation: Their significance in anchovies. *South African Journal of Marine Science*, 5(1), 467–470. <https://doi.org/10.2989/025776187784522694>
- Bacha, M., & Amara, R. (2009). Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(2), 257–264. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.08.009>
- Bachiller (2012). Trophic ecology of small pelagic fish in the Bay of Biscay: ecological effects of trophic interactions. Ph.D. Thesis, University of the Basque Country (Leioa), Spain
- Bachiller, E., Cotano, U., Ibaibarriaga, L., Santos, M., & Irigoien, X. (2015). Intraguild predation between small pelagic fish in the Bay of Biscay: impact on anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) egg mortality. *Marine Biology*, 162(6), 1351–1369. <https://doi.org/10.1007/s00227-015-2674-0>
- Bachiller, E., & Irigoien, X. (2012). Allometric relations and consequences for feeding in small pelagic fish in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 70(1), 232–243. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss171>
- Bachiller, E., & Irigoien, X. (2015). Trophodynamics and diet overlap of small pelagic fish species in the bay of biscay. *Marine Ecology Progress Series*, 534(August), 179–198. <https://doi.org/10.3354/meps11375>
- Bakun, A. (1996). Patterns in the ocean: ocean processes and marine population dynamics. California Sea Grant, in cooperation with Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, La Paz, Mexico.
- Bakun, A. (2006). Wasp-waist populations and marine ecosystem dynamics: Navigating the “predator pit” topographies. *Progress in Oceanography*, 68(2–4), 271–288. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.02.004>
- Bernal, M., Stratoudakis, Y., Coombs, S., Angelico, M. M., de Lanzós, A. L., Porteiro, C., ... Borchers, D. (2007). Sardine spawning off the European Atlantic coast: Characterization of and spatio-temporal variability in spawning habitat. *Progress in Oceanography*, 74(2–3), 210–227. <https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2007.04.018>
- Bode, A., Alvarez-Ossorio, M. T., Carrera, P., & Lorenzo, J. (2004). Reconstruction of trophic pathways between plankton and the North Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) using stable isotopes. *Scientia Marina*, Vol 68, No 1 (2004). <https://doi.org/10.3989/scimar.2004.68n1165>
- Bode, A., Alvarez-Ossorio, M. T., Cunha, M. E., Garrido, S., Peleteiro, J. B., Porteiro, C., ... Varela, M. (2007). Stable nitrogen isotope studies of the pelagic food web on the Atlantic shelf of the Iberian Peninsula. *Progress in Oceanography*, 74(2–3), 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.04.005>
- Bode, A., Carrera, P., & Lens, S. (2003). The pelagic foodweb in the upwelling ecosystem of Galicia (NW Spain) during spring: Natural abundance of stable carbon and nitrogen isotopes. *ICES Journal of Marine Science*, 60(1), 11–22. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1326>
- Borme, D., Tirelli, V., Brandt, S. B., Fonda Umami, S., & Arneri, E. (2009). Diet of *Engraulis encrasicolus* in the northern Adriatic Sea (Mediterranean): Ontogenetic changes and feeding selectivity. *Marine Ecology Progress Series*, 392, 193–209. <https://doi.org/10.3354/meps08214>
- Castro, J. J. (1993). Feeding ecology of chub mackerel *scomber japonicus* in the Canary Islands area. *South African Journal of Marine Science*, 13(1), 323–328. <https://doi.org/10.2989/025776193784287400>

- Checkley, D. M., Alheit, J., Oozeki, Y., & Roy, C. (2009). Climate change and small pelagic fish. *Climate Change and Small Pelagic Fish*, 1–372. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511596681>
- Coombs, S. H., Boyra, G., Rueda, L. D., Uriarte, A., Santos, M., Conway, D. V. P., & Halliday, N. C. (2004). Buoyancy measurements and vertical distribution of eggs of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Marine Biology*, 145(5), 959–970. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1389-4>
- Coombs, S. H., Smyth, T. J., Conway, D. V. P., Halliday, N. C., Bernal, M., Stratoudakis, Y., & Alvarez, P. (2006). Spawning season and temperature relationships for sardine (*Sardina pilchardus*) in the eastern North Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(5), 1245–1252. <https://doi.org/10.1017/S0025315406014251>
- Costalago, D., Garrido, S., & Palomera, I. (2015). Comparison of the feeding apparatus and diet of European sardines *Sardina pilchardus* of Atlantic and Mediterranean waters: Ecological implications. *Journal of Fish Biology*, 86(4), 1348–1362. <https://doi.org/10.1111/jfb.12645>
- Costalago, D., Navarro, J., Álvarez-Calleja, I., & Palomera, I. (2012). Ontogenetic and seasonal changes in the feeding habits and trophic levels of two small pelagic fish species. *Marine Ecology Progress Series*, 460, 169–181. <https://doi.org/10.3354/meps09751>
- Costalago, D., & Palomera, I. (2014). Feeding of European pilchard (*Sardina pilchardus*) in the northwestern Mediterranean: from late larvae to adults. *Scientia Marina*, 78(1), 41–54. <https://doi.org/10.3989/scimar.03898.06d>
- Costalago, D., Palomera, I., & Tirelli, V. (2014). Seasonal comparison of the diets of juvenile European anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Lions. *Journal of Sea Research*, 89, 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.02.008>
- Cunha, M. E. E., Garrido, S., Pissarra, J., Gantias, K., Garrido, S., Rosa, R., ... Carrera, P. (2013). The use of stomach fullness and colour indices to assess *Sardina pilchardus* feeding. *Marine Biological Association*, 154(November), 425–431. <https://doi.org/10.1017/S0025315405011367h>
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R. J. M., Jarre, A., Quiñones, R. A., Shannon, L. J., & Verheye, H. M. (2000). Small pelagics in upwelling systems: Patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 603–618. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0712>
- Darbyson, E., Swain, D. P., Chabot, D., & Castonguay, M. (2003). Diel variation in feeding rate and prey composition of herring and mackerel in the southern Gulf of St Lawrence. *Journal of Fish Biology*, 63(5), 1235–1257. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00247.x>
- Frimodt, C. (1997). Illustrated multilingual guide to the world’s commercial warmwater fish. *Oceanographic Literature Review*, 44(2), 148.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Gantias, K. (2009). Linking sardine spawning dynamics to environmental variability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84(3), 402–408. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2009.07.004>
- Gantias, K., Somarakis, S., Machias, A., & Theodorou, A. J. (2003). Evaluation of spawning frequency in a Mediterranean sardine population (*Sardina pilchardus sardina*). *Marine Biology*, 142(6), 1169–1179. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1028-5>

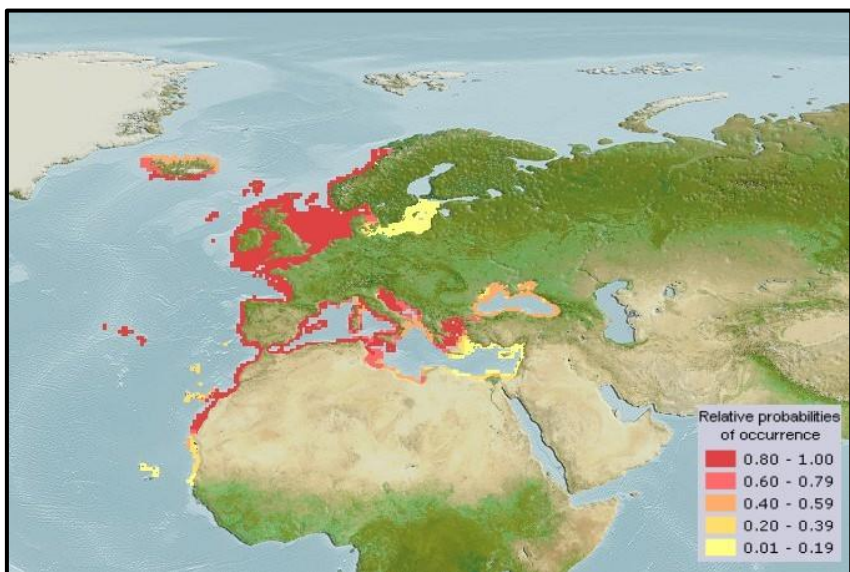
- Ganias, K., Somarakis, S., Nunes, C. (2014). Reproductive Potencial. Em *Biology and Ecology of Sardines and Anchovies* (Ganias, K., ed.), pp. 79–121. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Garrido, S., Ben-Hamadou, R., Oliveira, P. B., Cunha, M. E., Chícharo, M. A., & Van Der Lingen, C. D. (2008a). Diet and feeding intensity of sardine *Sardina pilchardus*: Correlation with satellite-derived chlorophyll data. *Marine Ecology Progress Series*, 354, 245–256. <https://doi.org/10.3354/meps07201>
- Garrido, S., Ben-Hamadou, R., Santos, A. M. P., Ferreira, S., Teodósio, M. A., Cotano, U., ... Ré, P. (2015a). Born small, die young: Intrinsic, size-selective mortality in marine larval fish. *Scientific Reports*, 5(November). <https://doi.org/10.1038/srep17065>
- Garrido, S. & van der Lingen, C. (2014). Feeding biology and ecology. Em *Biology and Ecology of Sardines and Anchovies* (Ganias, K., ed.), pp. 122–189. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Garrido, S., Marçalo, A., Zwolinski, J., & Van Der Lingen, C. D. (2007). Laboratory investigations on the effect of prey size and concentration on the feeding behaviour of *Sardina pilchardus*. *Marine Ecology Progress Series*, 330(January 2014), 189–199. <https://doi.org/10.3354/meps330189>
- Garrido, S., Rosa, R., Ben-Hamadou, R., Cunha, M. E., Chícharo, M. A., & Van Der Lingen, C. D. (2008b). Spatio-temporal variability in fatty acid trophic biomarkers in stomach contents and muscle of Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) and its relationship with spawning. *Marine Biology*, 154(6), 1053–1065. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-0999-7>
- Garrido, S., Silva, A., Pastor, J., Dominguez, R., Silva, A. V., & Santos, A. M. (2015b). Trophic ecology of pelagic fish species off the Iberian coast: Diet overlap, cannibalism and intraguild predation. *Marine Ecology Progress Series*, 539(Ices 2014), 271–286. <https://doi.org/10.3354/meps11506>
- Giannoulaki, M., Machias, A., & Tsimenides, N. (1999). Ambient luminance and vertical migration of the sardine *Sardina pilchardus*. *Marine Ecology Progress Series*, 178(Table 1), 29–38. <https://doi.org/10.3354/meps178029>
- Gkanasos, A., Somarakis, S., Tsiaras, K., Klefogiannis, D., Giannoulaki, M., Schismenou, E., ... Triantafyllou, G. (2019). Development, application and evaluation of a 1-D full life cycle anchovy and sardine model for the North Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *PLoS ONE*, 14(8), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219671>
- Gushchin, A. V., & Corten, A. (2017). Feeding of pelagic fish in waters of Mauritania: 3. —Atlantic Chub mackerel *Scomber colias*, Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus*, Cunene horse mackerel *Trachurus trecae*. *Journal of Ichthyology*, 57(3), 410–423. <https://doi.org/10.1134/S0032945217030067>
- Hunter, J.R. and C.A. Kimbrell (1980). Egg cannibalism in the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.* 78:811-816.
- ICES. 2018. Report of the Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA), 26–30 June 2018, Lisbon, Portugal. ICES CM 2018/ACOM:17. 659 pp.
- ICES. 2019. Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA). ICES Scientific Reports. 1:34. 653 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.4983>
- Irigoién, X., & de Roos, A. (2011). The role of intraguild predation in the population dynamics of small pelagic fish. *Marine Biology*, 158(8), 1683–1690. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1699-2>
- Lavoué, S., Konstantinidis, P., Chen, Wei-Jen. (2014). Progress in Clupeiform Systematics. Em *Biology and Ecology of Sardines and Anchovies* (Ganias, K., ed.), pp. 3–42. Boca Raton, FL: CRC Press.

- Linton, L., Davies, R., & Wrona, F. (1981). Resource Utilization Indices: An Assessment. *Journal of Animal Ecology*, 50(1), 283-292. doi:10.2307/4045
- MacCall AD (1981). The consequences of cannibalism in the stock recruitment relationship of planktivorous pelagic fishes such as *Engraulis*. Report and Supporting Documentation of the Workshop on the Effects of Environmental Variation on the Survival of Larval Pelagic Fishes, Lima (Peru), 20 Apr 1980. Sharp, G.D. (Conv. Ed.). Paris; Unesco: 201–220 (I.O.C. Workshop Rep. 28)
- Manual de Amostragem Biológica de Sardinha (2009). Unidade de Recursos Marinhos e Sustentabilidade- IPIMAR
- Martins, M. M., Skagen, D., Marques, V., Zwolinski, J., & Silva, A. (2013). Changes in the abundance and spatial distribution of the Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the pelagic ecosystem and fisheries off Portugal. *Scientia Marina*, 77(4), 551–563. <https://doi.org/10.3989/scimar.03861.07B>
- Millán, M. (1999). Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 41(1), 73–86. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00010-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00010-7)
- Molina, R. E., Manrique, F. A., & Velasco, H. E. (1996). Filtering apparatus and feeding of the pacific mackerel (*scomber japonicus*) in the Gulf of California. *CalCOFI*, 37. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Motos, L., Uriarte, A., & Valencia, V. (1996). The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Scientia Marina*, 60(SUPPL. 2), 117–140.
- Mylius, S. D., Klumpers, K., De Roos, A. M., & Persson, L. (2001). Impact of intraguild predation and stage structure on simple communities along a productivity gradient. *American Naturalist*, 158(3), 259–276. <https://doi.org/10.1086/321321>
- Navarro, M. R., Villamor, B., Myklevoll, S., Gil, J., Abaunza, P., & Canoura, J. (2012). Maximum size of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Northeast Atlantic. *Cybium*, 36(2), 406–408.
- Nikolioudakis, N., Isari, S., Pitta, P., & Somarakis, S. (2012). Diet of sardine *Sardina pilchardus*: An “end-to-end” field study. *Marine Ecology Progress Series*, 453, 173–188. <https://doi.org/10.3354/meps09656>
- Nikolioudakis, N., Isari, S., & Somarakis, S. (2014). Trophodynamics of anchovy in a non-upwelling system: Direct comparison with sardine. *Marine Ecology Progress Series*, 500, 215–229. <https://doi.org/10.3354/meps10604>
- Nikolioudakis, N., Palomera, I., Machias, A., & Somarakis, S. (2011). Diel feeding intensity and daily ration of the sardine *Sardina pilchardus*. *Marine Ecology Progress Series*, 437, 215–228. <https://doi.org/10.3354/meps09275>
- Nunes, C., Silva, A., Soares, E., & Ganas, K. (2011). The use of hepatic and somatic indices and histological information to characterize the reproductive dynamics of Atlantic sardine *sardina pilchardus* from the Portuguese coast. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 127–144. <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.556911>
- Pájaro M (1998). El canibalismo como mecanismo regulador densodependiente de mortalidad natural en la anchoíta argentina (*Engraulis anchoita*). Su relación con las estrategias reproductivas de la

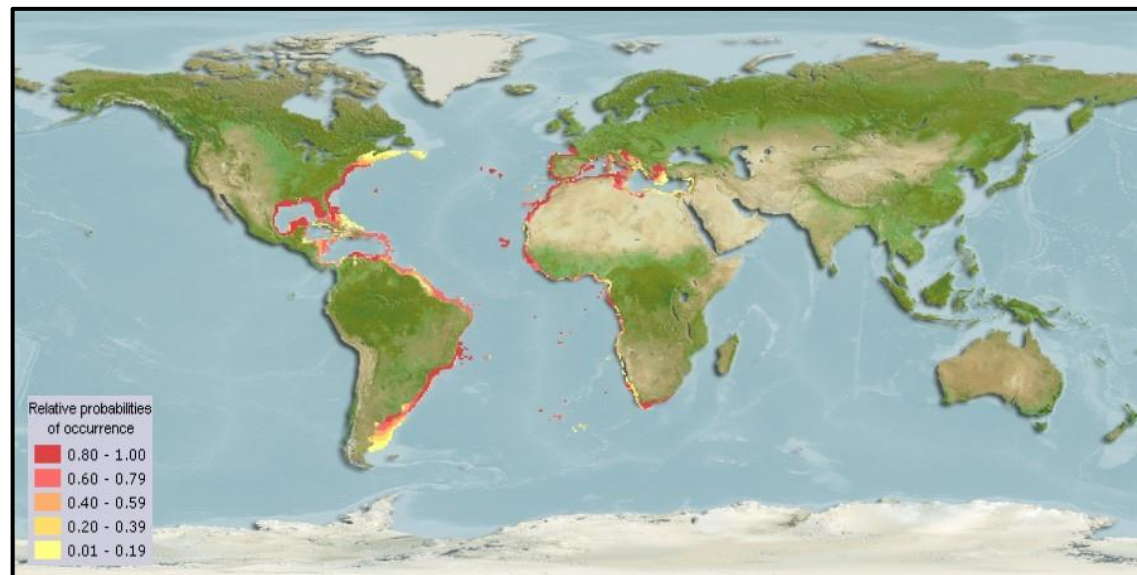
- especie. Ph.D. Thesis, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Mar del Plata), Argentina
- Pájaro, M., Curelovich, J., & Macchi, G. J. (2007). Egg cannibalism in the northern population of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeidae). *Fisheries Research*, 83(2–3), 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.09.014>
- Pita, C., Silva, A., Prellezo, R., Andrés, M., Uriarte, A. (2014). Socieconomics and Management. Em *Biology and Ecology of Sardines and Anchovies* (Ganias, K., ed.), pp. 335–366. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Pikitch, E. K., Rountos, K. J., Essington, T. E., Santora, C., Pauly, D., Watson, R., ... Munch, S. B. (2014). The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish and Fisheries*, 15(1), 43–64. <https://doi.org/10.1111/faf.12004>
- Plounevez, S., & Champalbert, G. (1999). Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49(2), 177–191. <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0497>
- Plounevez, Serge, & Champalbert, G. (2000). Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*, 23(2), 175–192. [https://doi.org/10.1016/S0399-1784\(00\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0399-1784(00)00120-1)
- Prieto, L., Navarro, G., Rodríguez-Gálvez, S., Huertas, I. E., Naranjo, J. M., & Ruiz, J. (2009). Oceanographic and meteorological forcing of the pelagic ecosystem on the Gulf of Cadiz shelf (SW Iberian Peninsula). *Continental Shelf Research*, 29(17), 2122–2137. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2009.08.007>
- Relvas, P., Barton, E. D., Dubert, J., Oliveira, P. B., Peliz, Á., & da Silva, J. C. B. (2007). Physical oceanography of the western Iberia ecosystem: Latest views and challenges. *Progress in Oceanography*, 74(2–3), 149–173. <https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2007.04.021>
- Rochet, M.-J., Cornillon, P.-A., Sabatier, R., & Pontier, D. (2000). Comparative analysis of phylogenetic and fishing effects in life history patterns of teleost fishes. *Oikos*, 91(2), 255–270. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.910206.x>
- Santos, A. M.P., Nieblas, A. E., Verley, P., Teles-Machado, A., Bonhommeau, S., Lett, C., ... Peliz, A. (2018). Sardine (*Sardina pilchardus*) larval dispersal in the Iberian upwelling system, using coupled biophysical techniques. *Progress in Oceanography*, 162 (February), 83–97. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.011>
- Santos, A. M. P., Chícharo, A., Dos Santos, A., Moita, T., Oliveira, P. B., Peliz, Á., & Ré, P. (2007). Physical-biological interactions in the life history of small pelagic fish in the Western Iberia Upwelling Ecosystem. *Progress in Oceanography*, 74(2–3), 192–209. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.04.008>
- Santos, A. M. P., Borges, M. D. F., & Groom, S. (2001). Sardine and horse mackerel recruitment and upwelling off Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 58(3), 589–596. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2001.1060>
- Schoener, T. W. (1974). Resouce partitioning in ecological communities: Research on how similar species divide resources helps. *Science*, 185(July), 27–39.

- Sobrinho-Gonçalves, L., Moita, M. T., Garrido, S., & Cunha, M. E. (2013). Environmental forcing on the interactions of plankton communities across a continental shelf in the Eastern Atlantic upwelling system. *Hydrobiologia*, 713(1), 167–182. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1500-2>
- Stratoudakis, Y., Coombs, S., De Lanzós, A. L., Halliday, N., Costas, G., Caneco, B., ... Bernal, M. (2007). Sardine (*Sardina pilchardus*) spawning seasonality in European waters of the northeast Atlantic. *Marine Biology*, 152(1), 201–212. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0674-4>
- Szeinfeld, E. V. (1991). Cannibalism and intraguild predation in clupeoids. *Marine Ecology Progress Series*, 79(1–2), 17–26.
- Tudela, S., & Palomera, I. (1995). Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the northwest Mediterranean Sea during the spawning period. *Marine Ecology Progress Series*, 129, 55–61. Retrieved from <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v129/p55-61/>
- Tudela, S., & Palomera, I. (1997). Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 160, 121–134. <https://doi.org/10.3354/meps160121>
- Valdés, E. S., Shelton, P. A., Armstrong, M. J., & Field, J. G. (1987). Cannibalism in South African anchovy: Egg mortality and egg consumption rates. *South African Journal of Marine Science*, 5(1), 613–622. <https://doi.org/10.2989/025776187784522595>
- van der Lingen, C. D., Bertrand, A., Bode, A., Brodeur, R., Cubillos, L. A., Espinoza, P., Friedland, K., Garrido, S., Irigoien, X., Miller, T., Möllmann, C., Rodriguez-Sanchez, R., Tanaka, H. & Temming, A. (2009). Trophic dynamics. Em *Climate Change and Small Pelagic Fish* (Checkley, D., Roy, C., Alheit, J. & Oozeki, Y., eds), pp. 112–157. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Der Lingen, C. D., Hutchings, L., & Field, J. G. (2006). Comparative trophodynamics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardinops sagax* in the southern Benguela: Are species alternations between small pelagic fish trophodynamically mediated? *African Journal of Marine Science*, 28(3–4), 465–477. <https://doi.org/10.2989/18142320609504199>
- Vasconcelos, J., Afonso-Dias, M., & Faria, G. (2012). Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) spawning season, size and age at first maturity in Madeira waters. *Arquipelago. Life and Marine Sciences*, 29(Collette 1999), 43–51.
- Wahbi, F., Tojo, N., Ramzi, A., Somoue, L., Manchih, K., & Errhif, A. (2015). Seasonal and size-dependent variability in diet of *Scomber colias* (Gmelin, 1789) of the Atlantic Coast of the Northwest Africa. *International Journal of Advanced Research*, 3(12), 485–497.
- Wallace H, Ramsay JS (1983). Reliability in measuring diet overlap. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40: 347–351

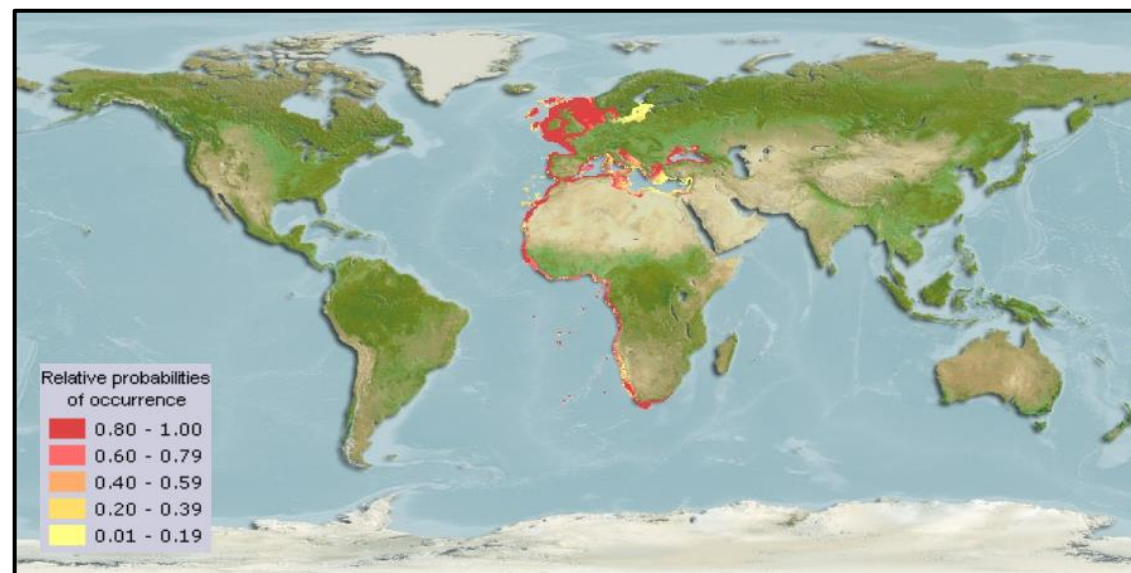
ANEXOS



Anexo 6.1. Mapa de distribuição do habitat de *Sardina pilchardus*. Fonte: aquamaps.org



Anexo 6.3. Mapa de distribuição do habitat de *Scomber colias*. Fonte: aquamaps.org



Anexo 6.2. Mapa de distribuição do habitat de *Engraulis encrasicolus*. Fonte: aquamaps.org

Anexo 6.4. Presas identificadas dentro dos conteúdos estomacais de *Sardina pilchardus*, nas três campanhas (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuvesar18). Valores das presas apresentados em conteúdo de carbono total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono da dieta (%C). Estômagos divididos por classe de tamanho das Sardinhas (adulto, juvenil), por estação do ano (primavera 2018 ou outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.

PRESAS	PIL Adultos												PIL Juvenis											
	Primavera						Outono						Primavera						Outono					
	OCN		OCS		ALG		OCN		OCS		OCN		ALG		CAD		OCN		OCS		ALG		CAD	
	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C
Fitoplâncton																								
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophyceae																								
n.i	0,0	0,0	3,9	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,8	0,1	1,2	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0
<i>Ceratium spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis acuta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis caudata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis acuminata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis rotundata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Prorocentrum micans</i>	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Protoberidinium spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scropsiella spp.</i>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quisto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Dinophyceae	0,0	0,0	4,5	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,0	0,1	1,3	0,1	0,1	0,0	0,9	0,0
Bacillariophyceae																								
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas cêntricas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas pinuladas	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bidulphya alternans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplopsalis spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,6	15,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula spp.</i>	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Paralia sulcata</i>	0,0	0,0	17526,7	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,7	8,9	430,9	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	0,0	0,0	10,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	2,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thalassiosira spp.</i>	0,0	0,0	22645,5	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Bacillariophyceae	0,0	0,0	40184,5	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,9	1,3	15,3	0,9	0,0	0,0	3,2	0,0	82,2	9,8	460,4	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Fitoplâncton	0,0	0,0	40189,0	27,0	1,2	0,0	0,0	0,0	15,0	1,4	15,3	0,9	0,0	0,0	4,1	0,0	83,3	9,9	461,8	20,5	0,1	0,0	0,9	0,0
Zooplâncton																								
Larva Ophiuroidea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chaetognatha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,7	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tintinnoinea	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Velígera lamelibrânquio	0,0	0,0	22,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gastropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 6.4. (Continuação)

PRESAS	PIL Adultos												PIL Juvenis											
	Primavera						Outono						Primavera						Outono					
	OCN		OCS		ALG		OCN		OCS		OCN		ALG		CAD		OCN		OCS		ALG		CAD	
	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C	CC total	%C
Crustáceos																								
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,7	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Podon spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Náuplio de crustáceos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ovos de copépode	0,0	0,0	14375,4	30,5	3667,2	35,4	0,0	0,0	14,7	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1856,8	2,7	23,0	8,1	582,9	25,9	57,2	9,1	7471,1	1,5
Saco de ovos copépode	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	240,0	34,3	93,5	10,7	0,0	0,0	328,7	8,2	6241,0	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1766,8	0,4
Náuplio de copépode	0,0	0,0	0,0	0,0	836,7	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1913,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	619,8	0,1
Copépode n.i	2,2	0,6	10,3	0,5	19,4	0,2	5,3	0,8	4,0	0,6	10,8	0,6	7,4	0,2	13,3	0,1	2,8	0,7	10,1	0,4	1,7	0,3	3,0	0,0
Harpacticoida n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euterpina spp.	0,2	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Microsetella spp.	5,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	2,7	0,0	0,0	80,7	4,8	190,5	4,7	0,0	0,0	3,5	1,2	0,0	0,0	14,3	2,3	27,6	0,0
Total Harpacticoida	6,1	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	19,0	2,7	0,1	0,0	81,2	4,8	191,1	4,7	0,1	0,0	4,0	1,4	0,3	0,0	14,5	2,3	27,6	0,0
Oncaea spp.	146,4	39,1	281,7	10,0	663,7	6,4	219,4	31,3	224,5	39,1	478,7	28,2	1066,8	26,5	6393,5	59,6	355,1	58,3	0,0	0,0	365,4	57,9	758,1	0,2
Corycaeus spp.	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	16,1	0,9	5,8	0,1	6,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0
Total Poecilostomatoida	146,9	39,3	281,7	10,0	663,7	6,4	219,4	31,3	224,6	39,1	494,7	29,2	1072,7	26,6	6399,5	59,6	355,2	58,3	0,0	0,0	366,1	58,0	758,1	0,2
Cyclopoida: Oithona spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
Calanoida n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	1,0	107,5	6,3	22,6	0,6	7,0	0,2	2,1	0,7	0,0	0,0	1,4	0,2	5,5	0,0
Calanus helgolandicus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paracalanus spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clausocalanus spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temora spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Centropages spp.	111,4	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	160,7	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	4,7	445,7	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Candacia spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acartia spp.	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	18,2	2,6	22,4	3,8	96,3	5,7	54,5	1,4	0,0	0,0	6,8	0,8	25,7	1,1	0,0	0,0	6,6	0,0
Total Calanoida	111,4	29,8	3,8	0,0	0,1	0,0	18,2	2,6	191,5	32,5	203,8	12,0	77,1	1,9	7,0	0,2	22,4	6,2	471,4	20,9	1,4	0,2	12,1	0,0
Total Copépodes	266,7	71,3	296,3	10,6	1519,8	14,7	261,9	37,4	421,7	72,4	790,5	46,6	1348,3	33,5	8333,1	62,8	389,3	68,3	481,8	21,4	383,7	60,8	1425,6	0,3
Cirripedia	101,5	27,1	583,7	23,6	1129,5	10,9	165,9	23,7	40,3	9,3	263,6	15,5	2323,2	57,6	741,0	1,8	62,2	7,0	0,0	0,0	187,4	29,7	30,1	0,0
Decapoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	471048,9	97,5	
Brachiura zoé	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Appendicularia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Zooplâncton	368,2	98,4	16213,9	72,8	10331,0	99,9	673,0	96,2	572,6	96,3	1054,1	62,2	4000,1	99,2	27055,1	99,9	474,6	83,3	1065,5	47,3	628,4	99,5	483229,1	100,0
Quisto mucilaginoso	0,4	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,6	0,1	1,0	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0
Ictioplâncton																								
Ovos de peixe n.i	5,5	1,5	5,5	0,1	3,9	0,0	0,5	0,1	1,7	0,4	54,4	3,2	21,9	0,5	7,1	0,1	5,0	0,8	0,0	0,0	2,7	0,4	0,5	0,0
Ovos Engraulis encrasicolus	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	566,6	33,4	8,3	0,2	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Ovos Sardina pilchardus	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,1	25,7	3,7	15,0	1,7	5,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7	5,7	726,9	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Total de ovos de peixe	5,5	1,5	5,6	0,1	11,3	0,1	26,2	3,7	16,7	2,1	626,2	36,9	30,3	0,8	12,6	0,1	30,7	6,5	726,9	32,2	2,7	0,4	0,7	0,0

Anexo 6.5. Presas identificadas dentro dos conteúdos estomacais de *Engraulis encrasicolus*, nas três campanhas (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuesar18). Valores das presas apresentados em conteúdo de carbono total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono da dieta (%C). Estômagos divididos por classe de tamanho (adulto, juvenil), por estação do ano (primavera 2018 ou outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.

PRESAS	ANE Adultos										ANE Juvenis			
	Primavera				Outono						Primavera			
	OCN		CAD		OCN		ALG		CAD		OCN		CAD	
	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C
Fitoplâncton														
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophyceae														
n.i	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Ceratium spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophysis acuta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophysis caudata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophysis acuminata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophysis rotundata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prorocentrum micans	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Protoperidinium spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scropsiella spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quisto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Dinophyceae	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0
Bacillariophyceae														
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas cêntricas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas pinuladas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bidulphya alternans	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coscinodiscus spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diplopsalis spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Navicula spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paralia sulcata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	519,6	10,9	138,4	4,2
Pseudo-nitzschia spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Thalassiosira spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhizosolenia spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Bacillariophyceae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	519,6	10,9	138,4	4,2
Total Fitoplâncton	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	519,8	10,9	138,4	4,2
Zooplâncton														
Larva Ophiuroidea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,2	1,2
Chaetognatha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tintinnoinea	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gastropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,1

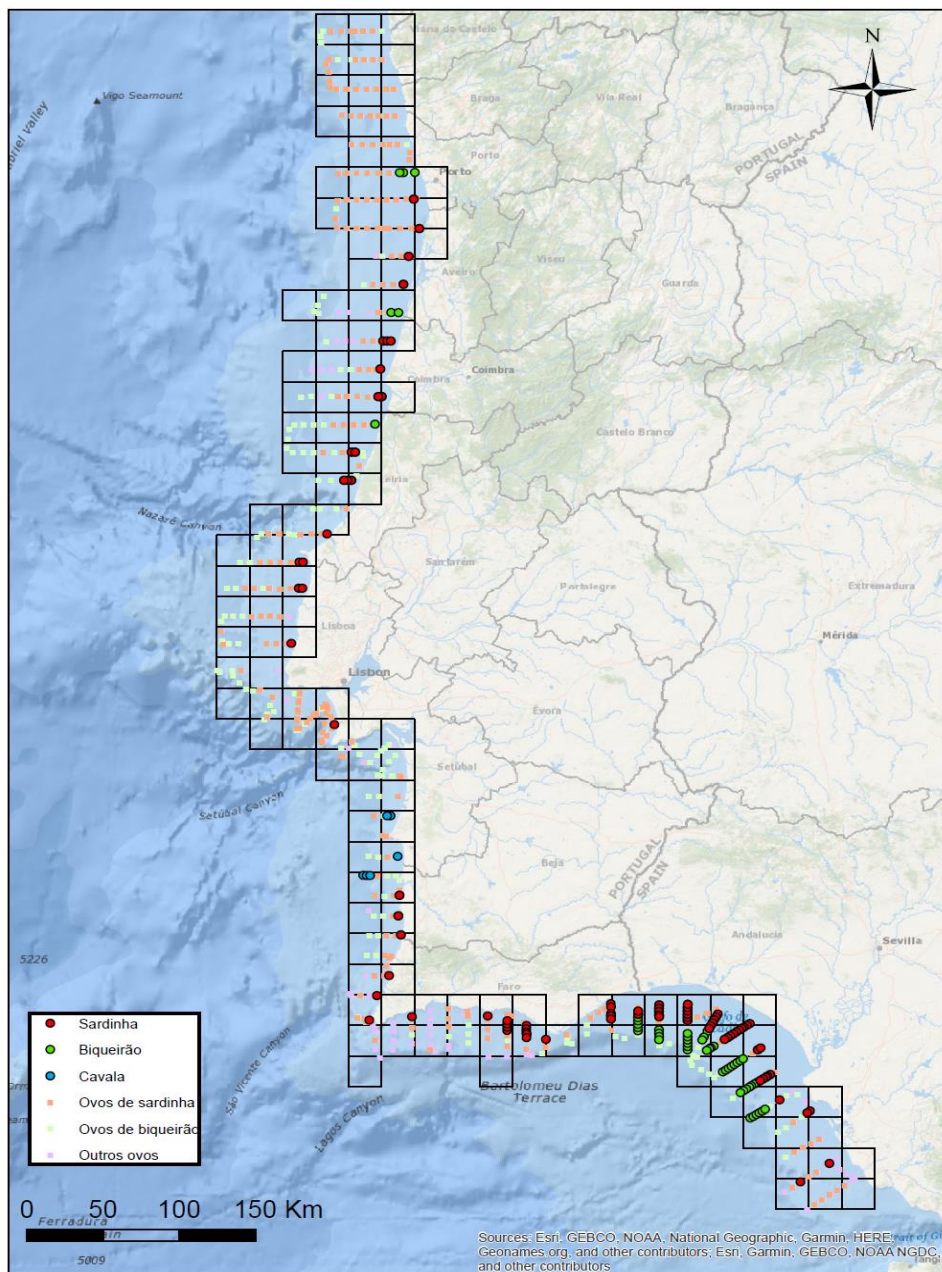
Anexo 6.5 (Continuação)

PRESAS	ANE Adultos										ANE Juvenis			
	Primavera				Outono						Primavera			
	OCN		CAD		OCN		ALG		CAD		OCN		CAD	
	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C
Crustáceos														
n.i	0,0	0,0	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Podon spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ovos de crustáceos	0,0	0,0	0,0	0,0	444,8	3,6	1463,2	97,4	0,0	0,0	1153,8	24,2	0,0	0,0
Náuplio de crustáceos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ovos de copépode	722,0	38,8	0,0	0,0	4992,9	84,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	522,6	15,1
Saco de ovos copépode	0,0	0,0	201,7	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	487,9	12,3
Náuplio de copépode	0,0	0,0	0,0	0,0	185,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2405,4	50,5	115,4	2,7
Copépode n.i	14,4	1,3	1,0	0,1	1,1	0,0	11,4	0,8	8,0	7,4	18,3	0,4	2,4	0,2
Harpacticoida n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Euterpina spp.</i>	0,2	0,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
<i>Microsetella spp.</i>	151,3	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,7	10,9
Total Harpacticoida	151,5	8,1	0,3	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	67,8	10,9
<i>Oncaea spp.</i>	9,4	0,5	550,6	68,7	1110,4	9,5	18,2	1,2	100,1	92,5	0,0	0,0	1345,1	35,5
<i>Corycaeus spp.</i>	13,4	1,3	1,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	1,2	0,1
Total Poecilostomatoida	22,8	1,8	552,0	68,9	1110,4	9,5	18,2	1,2	100,1	92,5	2,2	0,0	1346,3	35,6
Cyclopoida: <i>Oithona spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calanoida n.i	28,3	2,5	0,0	0,0	8,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	105,2	2,2	0,0	0,0
<i>Calanus helgolandicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Paracalanus spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Clausocalanus spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Temora spp.</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Centropages spp.</i>	475,7	45,2	34,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Candacia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Acartia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	184,9	3,9	8,0	0,2
Total Calanoida	504,1	47,7	34,3	4,3	8,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	290,2	6,1	8,0	0,2
Total Copépodes	692,8	58,9	587,6	73,4	1306,1	11,1	29,6	2,0	108,2	100,0	2718,1	57,0	1540,0	49,6
Cirripedia	39,0	2,1	0,0	0,0	46,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	306,8	6,4	527,2	17,4
Decapoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brachiura zoé</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Appendicularia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Zooplâncton	1453,8	99,8	800,9	100,0	6796,3	100,0	1492,8	99,4	108,2	100,0	4237,8	88,9	3124,0	95,8
Quisto mucilaginoso	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ictioplâncton														
Ovos de peixe n.i	2,6	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,2	0,0	0,0
Ovos <i>Engraulis encrasicolus</i>	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,1	0,0
Ovos <i>Sardina pilchardus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total de ovos de peixe	2,9	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	9,6	0,6	0,0	0,0	8,7	0,2	0,1	0,0

Anexo 6.6. Presas identificadas dentro dos conteúdos estomacais de *Scomber colias*, nas três campanhas (Pelago18, Ecocadiz18 e IberasJuevar18). Valores das presas apresentados em conteúdo de carbono total por estômago (CC total) e em percentagem da contribuição relativa da presa para o carbono da dieta (%C). Estômagos divididos por classe de tamanho (adulto, juvenil), por estação do ano (primavera 2018 ou outono 2018) e por zona de Captura (ocidental norte, ocidental sul, Algarve e Cádiz). n.i: não identificado.

PRESAS	VMA Adultos								VMA Juvenis							
	Primavera				Outono				Primavera				Outono			
	ALG		CAD		OCS		ALG		CAD		OCS		ALG		OCS	
	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C
Fitoplâncton																
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dinophyceae																
n.i	0,2	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,4	0,0	1,8	0,0	0,1	0,1
<i>Ceratium spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis acuta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis caudata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis acuminata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dinophysis rotundata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Prorocentrum micans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Protoperidinium spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scripsiella spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Quisto	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Dinophyceae	0,2	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,4	0,0	1,9	0,0	0,1	0,1
Bacillariophyceae																
n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas cêntricas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diatomáceas pinuladas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bidulphya alternans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coscinodiscus spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplopsalis spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Paralia sulcata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	151,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thalassiosira spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Rhizosolenia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Bacillariophyceae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	151,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Total Fitoplâncton	0,2	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	151,9	2,2	1,9	0,0	0,1	0,1
Zooplâncton																
Larva Ophiuroidea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chaetognatha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tintinnoinea	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Velígera lamelibrânquio	5,1	0,6	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,2	0,0	0,0
Gastropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

PRESAS	VMA Adultos										VMA Juvenis					
	Primavera				Outono				Primavera				Outono			
	ALG		CAD		OCS		ALG		CAD		OCS		ALG		OCS	
	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C	CC total	% C
Crustáceos																
n.i	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0
Podon spp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ovos de crustáceos	0,0	0,0	1821,7	0,0	0,0	0,0	9739,0	74,2	43825,7	86,8	5451,9	79,3	1897,7	13,1	1012,5	36,0
Náuplio de crustáceos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	215,6	2,6	0,0	0,0
Ovos de copépode	304,8	37,2	2663,3	0,0	3668,7	91,4	3225,9	24,6	4620,7	9,2	0,0	0,0	715,5	0,0	1030,6	13,9
Saco de ovos copépode	330,4	40,3	304,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	10,3
Náuplio de copépode	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1405,6	2,8	0,0	0,0	439,3	0,0	0,0	0,0
Copépode n.i	1,7	0,2	30,7	0,0	0,2	0,0	1,1	0,0	16,3	0,0	4,8	0,1	7,2	0,0	1,1	0,9
Harpacticoida n.i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,79E+05	33,3	0,0	0,0
<i>Euterpina spp.</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1
<i>Microsetella spp.</i>	25,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,4	0,9	9,8	0,6	0,0	0,0
Total Harpacticoida	25,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	64,6	0,9	8,79E+05	34,0	0,0	0,1
<i>Oncaea spp.</i>	9,0	1,1	1410,6	0,0	6,7	0,2	108,3	0,8	312,2	0,6	54,0	0,8	311,8	5,7	22,8	23,2
<i>Corycaeus spp.</i>	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Total Poecilostomatoida	9,0	1,1	1413,7	0,0	6,7	0,2	108,6	0,8	312,2	0,6	54,8	0,8	312,3	5,8	22,8	23,2
Cyclopoida: <i>Oithona spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calanoida n.i	3,8	0,5	89,3	0,0	0,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0
<i>Calanus helgolandicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	0,0
<i>Paracalanus spp.</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Clausocalanus spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Temora spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Centropages spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	77,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	887,2	12,9	638,1	1,2	0,0	0,0
<i>Candacia spp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Acartia spp.</i>	49,3	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	30,8	0,4	7,4	0,0	2,2	10,2
Total Calanoida	53,1	6,5	89,5	0,0	79,5	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	918,0	13,4	663,5	1,2	2,2	10,2
Total Copépodes	89,7	10,9	1534,0	0,0	86,3	2,1	112,1	0,9	1734,2	3,4	1042,1	15,2	880164,1	41,0	26,2	34,5
Cirripedia	28,1	3,4	126,9	0,0	0,0	0,0	52,6	0,4	0,0	0,0	224,5	3,3	387,8	8,8	0,0	0,0
Decapoda	0,0	0,0	5,03E+07	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,99E+06	33,3	0,0	0,0
<i>Brachiura zoé</i>	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,1	0,0	0,0
Appendicularia	2,2	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Total Zooplâncton	760,3	92,8	5,03E+07	100,0	3755,0	93,5	13129,6	100,0	50180,5	99,4	6718,5	97,7	2,87E+06	99,0	2085,4	94,6
Quisto mucilaginoso	0,3	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,9	3,3
Ictioplâncton																
Ovos de peixe n.i	54,2	6,6	12,0	0,0	0,9	0,0	0,5	0,0	11,4	0,0	1,1	0,0	31,6	0,6	2,7	1,7
Ovos <i>Engraulis encrasicolus</i>	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
Ovos <i>Sardina pilchardus</i>	4,3	0,5	0,0	0,0	258,9	6,4	0,0	0,0	274,3	0,5	2,1	0,0	5,6	0,3	0,4	0,3
Total de ovos de peixe	58,7	7,2	12,0	0,0	259,8	6,5	0,5	0,0	285,7	0,6	3,3	0,0	38,8	1,0	3,2	2,0



Anexo 6.7. Exemplo de mapa com os dados da distribuição de espécies pelágicas e ovos de peixes ao longo da costa Portuguesa e Golfo de Cádiz, na primavera. Dados sobre uma esquadria, com quadrados de 21,6Km de comprimento (resultados da campanha PELAGO18).